

公共空間における移動サービスの実現に向けた
知能化移動プラットフォームの開発

平井 雅尊

電気通信大学

2014 年 3 月

公共空間における移動サービスの実現に向けた
知能化移動プラットフォームの開発

平井 雅尊

電気通信大学大学院 情報システム学研究科
博士(工学)の学位申請論文

指導教員：末廣 尚士 教授

工藤 俊亮 准教授

阪口 豊 教授

2014 年 3 月

公共空間における移動サービスの実現に向けた
知能化移動プラットフォームの開発

博士論文審査委員会

主査 末廣 尚士 教授

委員 工藤 俊亮 准教授

委員 阪口 豊 教授

委員 田野 俊一 教授

委員 田中 健次 教授

著作権所有者

平井 雅尊

電気通信大学

2014 年

Development of intelligent robot platform for mobile services in public space

Masataka Hirai

Abstract

This research describes development of an intelligent robot platform for autonomous mobile services using personal robotic vehicles in public space. Currently, studies on autonomous mobile systems have been carried out in a lot of research institutions.

However, most of them focused only on investigation of basic techniques and navigation functions of mobile vehicles, and there are few instances that achieved practical autonomous mobile service applications. On the basis of the above situation, this research propose an intelligent robot platform on which people can develop various applications for autonomous mobile service.

First, system requirements for our intelligent robot platform are clarified. Reliable design/implementation and necessary sensors for implementing the requirements are extracted by literature reviews and case studies, and then, a system configuration which satisfies the system requirements are proposed.

Next, in order to compare the proposed platform with other autonomous mobile platforms, an evaluation index is designed to evaluate autonomous mobile platforms and superiority of the proposed platform is confirmed.

Finally, two types of mobile robots are implemented based on the proposed a system configuration of platform: an electric cart type and a wheelchair type, and experiments on the developed robots are conducted in indoor and outdoor environment.

It is expected that this research promotes future studies on realizing practical applications for autonomous mobile services.

公共空間における移動サービスの実現に向けた 知能化移動プラットフォームの開発

平井 雅尊

概要

本研究は、自律移動パーソナルヴィークルによる多様な移動サービス研究を行うための移動プラットフォーム開発に関するものである。

現在、多くの研究機関で自律移動システムの研究が行われているが、それが送迎サービス等の実用的な移動サービスアプリケーションの研究開発まで至った例は多くない。これは、それらの研究で利用されている市販の移動プラットフォームや研究用プラットフォームでは、移動サービスアプリケーションの研究開発が容易でないことが要因の一つとなっている。また個々のパーソナルヴィークルのロボット化技術やナビゲーション機能の研究成果が共有できていない面が有り、移動サービス研究に耐えうる移動プラットフォームが構築できていないことも一つの要因であると考えられる。

本研究では、上記の問題を解決するため、様々な移動サービスアプリケーション開発が行え、様々な移動サービスに関する研究成果を利用することが可能な仕組みを持ち、さらに基本的なナビゲーション機能を備える「知能化移動プラットフォーム」のシステム構成を文献調査や事例研究により明らかにした。またそれに基づき実際に知能化移動プラットフォームを構築し、その有用性を実証するとともにその構築方法についても明示した。

第二章では、知能化移動プラットフォームに求められるシステム要件を設定し、関連研究・文献調査(829件)・「つくばチャレンジ」などの実証実験の事例観察からシステム要件を満たす知能化移動プラットフォームのシステム構成を明らかにした。

第三章では、提案したシステム構成について、背景で述べた問題点を解決する評価指標を設定し、関連する研究事例や市販の移動プラットフォームと比較することで優位性を示した。

第四章では、提案したシステム構成に基づき、使用場面に応じた二つの知能化移動プラットフォームを開発した。一つ目として屋外での移動サービスを想定し、所属研究室でこれまで開発されてきた走行性能が高い電動カートをベースとしたプラットフォーム開発を行った。基本ナビゲーション機能には当研究室での共同研究成果を搭載した。動作検証を学内及びつくばロボット特区で行い約1km以上の自律走行能力を有していることを確認し、提案したシステム構成が有効であることを確認した。二つ目として屋内外でシームレスな移動サービスを想定して、屋内における移動性能を重視した車椅子ベースの知能化移動プ

プラットフォームを開発した。上記と同様のコンセプトで開発し学内において同様の動作検証を行いその自律走行能力を確認した。

第五章では、開発した知能化移動プラットフォームを用いた移動サービスに関する研究成果（文献 11 件）に関して、設定したシステム要件を満たす実装がどのようにそれらの研究実績に繋がった考察を行い、設定したシステム要件と提案したシステム構成が有効であることを確認した。

本研究の成果は、様々な移動サービス研究に用いることのできる移動プラットフォームのシステム要件を明らかにし、その構築に有効なシステム構成を示したこと、および実際に移動プラットフォームを開発し、その有用性を実際に示したことである。またその開発過程で述べたハードウェア及びソフトウェアのそれぞれに関する実装そのものも有効な知見として述べた。上記の成果は、多くの研究機関が移動サービス研究に従事するにあたり移動プラットフォーム開発の指針とすることができ、今後、移動サービス実現に向けて該当分野の研究がより推進されることが期待できる。

目次

第1章 序論	8
1.1 背景	8
1.2 研究目的	12
1.3 論文構成	13
第2章 知能化移動プラットフォームへの要求調査	15
2.1 移動サービスの研究開発史と関連研究	15
2.2 近年の研究動向調査	20
2.2.1 使用センサによる分類	22
2.2.2 研究対象とされているナビゲーション機能による分類	24
2.3 実証実験の事例観察	27
2.3.1 電源の分離	27
2.3.2 振動・衝撃対策	31
2.3.3 効率的なソフトウェアの開発	32
2.4 まとめ	33
第3章 知能化移動プラットフォームのシステム構成	35
3.1 システム構成の提案	35
3.2 提案したシステム構成の優位性	38
3.3 まとめ	41

第4章	知能化移動プラットフォームの開発	42
4.1	ベースプラットフォームの検討	42
4.2	電動カート型知能化移動プラットフォームの開発	45
4.2.1	電動カート型知能化移動プラットフォームの概要	45
4.2.2	電動カートのロボット化	48
4.2.3	電動ステアリング機構	50
4.2.4	内界センサの実装	51
4.2.5	外界センサの実装	52
4.2.6	ソフトウェア構成	54
4.3	電動車椅子型知能化移動プラットフォームの開発	56
4.3.1	電動車椅子型知能化移動プラットフォームの概要	56
4.3.2	車椅子のロボット化	59
4.3.3	車輪の電動化機構	62
4.3.4	内界センサの実装	63
4.3.5	外界センサの実装	64
4.3.6	ソフトウェア構成	65
4.4	基本ナビゲーション機能の実装	65
4.4.1	自己位置推定機能	66
4.4.2	経路計画/追従機能	67
4.4.3	障害物回避機能	68
4.5	まとめ	70
第5章	知能化移動プラットフォームの有効性評価	72
5.1	電動カート型知能化移動プラットフォームの動作検証	73
5.2	電動車椅子型知能化移動プラットフォームの動作検証	78

5.3	知能化移動プラットフォームを用いた研究実績とその要因の考察	81
5.3.1	知能化移動プラットフォームを用いた研究実績	81
5.3.2	研究実績と成果に繋がった要因の考察	83
5.4	まとめ	87
第6章	結論	88
	謝辞	91
	参考文献	93
	調査文献リスト	97
付録A	知能化移動プラットフォームに搭載した電子回路デバイスの設計と実装	148
A.1	HB-7125 マイコンボード	148
A.2	Cartis7125 I/O ボード	153
A.3	RS485 サーボドライバ	158
付録B	電動車椅子型知能化移動プラットフォームのハードウェア構築	165
B.1	アルミフレームを用いた車椅子のロボット化施策	166
B.2	車輪の減速機構	172

目 次

1.1	Google の自律運転車両	9
1.2	つくばロボット特区における実証実験	10
2.1	収集した文献数と年度ごとの発表件数の推移	21
2.2	使用センサ数による分類	23
2.3	ナビゲーション機能による分類	26
2.4	信号と電源を絶縁可能な USB ハブ	29
2.5	電源の分離を実施した移動プラットフォームの電装系	30
2.6	電子回路ユニットの振動対策事例	31
2.7	多人数で行うロボット開発の一風景	32
3.1	提案する智能化移動プラットフォームのシステム構成	37
3.2	提案した智能化移動プラットフォームの優位性評価	40
4.1	立ち乗り型パーソナルヴィークル	43
4.2	着座型パーソナルヴィークル	43
4.3	着座型パーソナルヴィークルの出荷台数	44
4.4	電動カート型智能化移動プラットフォーム CARTIS TypeS	46
4.5	CARTIS TypeS のハードウェア構成とロボット化に用いたデバイス	49
4.6	電動ステアリングの構造	50
4.7	CARTIS TypeS に搭載した内界センサ	51

4.8	LRS の配置と観測範囲	53
4.9	GPS : Global Sat 社製アンタレス BU-353	54
4.10	CARTIS TypeS のソフトウェア構成	55
4.11	電動車椅子型知能化移動プラットフォーム CARTIS TypeW	57
4.12	CARTIS TypeW のハードウェア構成	60
4.13	CARTIS TypeW の回路ユニット	61
4.14	車輪の電動化機構	62
4.15	R1350N を USB シリアル変換器を組み合わせた IMU ユニット	63
4.16	LRS の配置と観測範囲	64
4.17	CARTIS TypeW のソフトウェア構成	65
4.18	経路の曲率とローカルな目標までの距離の関係	69
5.1	つくばチャレンジ 2011 における課題コースの風景	74
5.2	自己位置推定の結果から得られたロボットの移動軌跡	76
5.3	スロープ中の岩に対応した障害物回避の一例	77
5.4	本学キャンパス内に設定した実験フィールド	79
5.5	自己位置推定の結果から得られたロボットの移動軌跡	80
5.6	システム要件とシステムデザインおよびその実装と成果となった文献の関係	85
A.1	HB-7125 マイコンボードの外観	149
A.2	HB-7125 マイコンボードの回路図	151
A.3	HB-7125 マイコンボードの実装図	152
A.4	Cartis7125 I/O ボードの外観	154
A.5	Cartis7125 I/O ボードの回路図	156
A.6	Cartis7125I /O ボードの実装図	157
A.7	RS485 サーボドライバ外観	158

A.8	大容量モータドライバの外観	159
A.9	モータドライバ制御基板の回路図	161
A.10	モータドライバ制御基板の実装図	162
A.11	大容量モータドライバの回路図	163
A.12	大容量モータドライバの実装図	164
B.1	国内の移動サービスに関する研究で使用されている移動プラットフォーム の分類	166
B.2	サドルバンド金具とアルミフレームの一例	167
B.3	アルミフレームをサドルバンドを用いて車椅子に取り付ける例	169
B.4	アルミフレームを車椅子に取り付ける改造	170
B.5	車椅子の側面	171
B.6	ハブとスポークで構成された一般的な車椅子のホイール軸	172
B.7	インターナルギヤの取り付け	173
B.8	製作されたインターナルギヤとその三次元モデル	175
B.9	インターナルギヤの図面	176

表 目 次

4.1	CARTIS TypeS の主な仕様	47
4.2	CARTIS TypeW の主な仕様	58
A.1	HB-7125 マイコンボードの部品リスト	150
A.2	Cartis7125 I/O ボードの部品リスト	155
A.3	モータドライバ制御基板の部品リスト	160
A.4	大容量モータドライバの部品リスト	160

第1章 序論

1.1 背景

ロボットといえばその大多数は工場の組み立てラインで活動するといった産業活動を支援するためのものであった。しかし、近年、我が国では少子高齢化に伴う労働人口の減少と高齢化の進む社会に対応するため、介護・福祉・医療・警備・清掃・災害救助といった非産業分野へロボット技術を積極的に活用し、屋内外を問わず人間の活動や生活のアシストを行うサービスロボットへの期待が高まっている。このようなサービスロボットの適用分野の一つとして、移動サービス¹が注目されている。

近年では、自動車分野において、移動サービスの研究開発が盛んに行われている。特に危険回避機能については、追突防止や人の飛び出しに対する緊急停止システムを自動車メーカー各社が競って開発し実用化が進んでいる。また、自動車メーカーのみならず世界各国の研究機関が、自律運転自動車の開発を進めている。現在最も有名な事例として Google 社の自律運転車 (図 1.1) がある。自動車分野における研究開発が進んでいる要因は、人や物と自動車が通行するレーンが明確に異なるという環境の特徴を利用しており、また高性能なセンサ・デバイス・計算機を複数使用することが可能なことで、様々なロボット化²技術およびナビゲーション機能の研究が可能であるからと考えられる。

¹自動車・パーソナルヴィークル等の移動機能を持つ機械にロボット技術を適用し、危険回避や人・荷物を自律的に送迎・運搬するサービスのこと。

²対象とする機械にセンサ・アクチュエータ・計算機等を搭載し、ソフトウェアによって動作を制御できるよう改造すること。



転載元：[<http://www.tgdaily.com/hardware-features/65839-california-to-license-self-driving-cars>]

図 1.1: Google の自律運転車両

一方、ロボット化したパーソナルヴィークル³や移動ロボット⁴が走行する領域は自動車と大きく異なる。これらのロボットは、人や物で混在した環境(以降、実環境とする)を走行するため、多くの外乱や環境変化に対応しなければならない。このように、環境の不確実性が高いため、ナビゲーション機能が破綻しやすく研究課題は多い。また搭載できるセンサ・デバイス・計算機の性能は、自動車をベースとした研究で利用できる物ほど高性能ではなく、積載量も限定される。加えてパーソナルヴィークルのロボット化や移動ロボットの構築に関して、安全性の視点から求められる指針も定かではなかった。しかし近年の動向としてNEDO(独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構)が実施する「生活支援ロボット実用化プロジェクト」により、サービスロボットの安全技術および安全検証手法の開発が進められてきた。この結果、茨城県つくば市に生活支援ロボット安全性検証センターが設立され、サービスロボットが国際安全規格ISO/DIS13482を取得することが可能となった。さらに、並行してこのようなパーソナルヴィークルや移動ロボット

³ロボット化した立ち乗り型の電動移動体・電動カート・電動車椅子等のこと。

⁴人を輸送する機能を持たない移動機能を持つロボット。



図 1.2: つくばロボット特区における実証実験

を用いた移動サービスを実現するための研究開発が、つくばモビリティロボット実験特区 (以降、つくばロボット特区とする, 図 1.2) [1] で実証実験として行われている。このつくばロボット特区の実証実験では、研究機関・大学・企業等が各々移動サービスのための研究開発を行っている。しかし、移動サービスの研究開発が、自律送迎・運搬サービスといった移動サービスのアプリケーションまで至った例は多くない。

この要因には、移動サービスの研究を行うために用いられる「ロボット化したパーソナルヴィークルや移動ロボット」(以降、移動プラットフォームとする) の構築方法とその移動プラットフォームを用いて行われている研究成果の共有化に問題があると考えている。ここで述べている移動プラットフォームとはそのロボットシステムとしてハードウェア・ソフトウェアとしての実体を持った物のことを示している。この理由は、実際に屋内外の環境において実際にロボットシステムを用い、移動サービスにかかわる研究を行うためには、ロボットシステムとしてアーキテクチャも重要であるが、最終的にはハードウェア・ソフトウェアとしての実体を持った物が必須となるからである。

現在、多くの研究機関で実施されている移動サービスの実現を目指した研究テーマでは、研究で使用する移動プラットフォーム上に着目しているテーマのナビゲーション機能を実装し研究が行われている。この使用する移動プラットフォームの構築および準備方法という点、一般的に二通りの方法が考えられる。一つ目は、研究目的に合わせて、各々の研究グループで移動プラットフォームをオリジナルにデザインして構築することである。この手法は研究目的に合わせて理想的な移動プラットフォームを構築できるが、欠点としてその移動プラットフォームの構築に労力を割かれることで、本来目的としている移動サービスに関する研究に従事することが叶わないことがある。二つ目は、一つ目の欠点であるプラットフォーム構築のための労力を削減するため、市販の移動プラットフォームを用いることである。ハードウェアをコントロールする基本的なソフトウェアが付属しており、研究目的に合わせてセンサ・デバイス・計算機等を後から設置して使用する。これらは、ハードウェアの拡張が可能のようにデザインされているため、様々な研究目的で利用可能であるが、搭載した各種センサ・デバイスを利用したナビゲーション機能等のソフトウェアまで準備されているわけではない。このため容易に移動サービスのアプリケーション開発ができる物でもない。そして、さらなる問題はオリジナルの移動プラットフォームの構築でも、市販の移動プラットフォームを利用した場合でも、研究を通して構築された移動プラットフォームのシステムは文献で詳細に言及されることが少ないため、移動プラットフォームを用いた移動サービスの研究開発の知見の共有が不完全となっている。その結果、構築される移動プラットフォームは蓄積されたナビゲーション機能等の研究成果を組み合わせて、利用できるシステムとなっておらず、移動サービスのアプリケーションの研究開発が容易となっていない。

1.2 研究目的

前節で述べた問題の解決には、様々な移動サービスに関する研究成果を利用することが可能で、移動サービスに関するアプリケーションの研究開発が容易となる移動プラットフォームを用いることで可能と考えた。具体的には、移動プラットフォームの構築に関してハードウェアやソフトウェアのシステムが詳細に示され、様々な移動サービスに関する研究成果を利用することが可能な仕組みを持ち、さらに基本的なナビゲーション機能を備えることで、上位システムとなるアプリケーションの研究開発が容易とする。本研究はこのような移動プラットフォームを「知能化移動プラットフォーム」とよぶ。背景で述べた問題点から知能化移動プラットフォームに求められるシステム要件を以下のように考えた。

- I. 移動サービスに関する研究開発を容易とするため、基本的なナビゲーション機能が搭載されていること。
- II. 移動サービスに関するアプリケーションの研究開発を行うため、必要に応じてナビゲーション機能の変更や追加が可能なこと。
- III. 上記研究開発のために必要な個々のナビゲーション機能の研究が行えること。
- IV. ナビゲーション機能の研究のために必要とされるセンサー・デバイス・計算機が搭載されていること。
- V. 必要に応じて上記の機器の変更や追加が可能なこと。
- VI. 提案するシステムを機能させるため、信頼性の高いハードウェアの実装を必要とすること。
- VII. 提案するシステムのソフトウェア構成は、ソフトウェアの追加・拡張が容易で、かつ多人数で効率的に開発が可能な仕組みとすること。

VIII. 構築したハードウェアとソフトウェアのシステムを詳細に示すこと.

上記システム要件を満たす智能化移動プラットフォームを構築するため, 本研究は以下の四点を目的とする.

1. システム要件を満たす智能化移動プラットフォームの構成を明らかにし, そのシステム構成を提案すること.
2. 提案したシステム構成に基づいて実際の智能化移動プラットフォームの開発を行うこと.
3. 開発の過程で個々の機能を実装する際に考慮すべき事項を明らかにすること.
4. 開発した智能化移動プラットフォームの有用性を明らかにすること.

本研究により多くの研究グループで, 提案する智能化移動プラットフォームと同等の性能を持つ移動プラットフォーム構築が容易となる. その結果, 移動プラットフォーム構築の問題が解決され, 現状では個別のナビゲーション機能の研究にとどまっていた移動サービスの研究成果が統合され, アプリケーションの研究開発が促進されることを期待している.

1.3 論文構成

本論文の構成について述べる. 二章では, システム要件を満たす智能化移動プラットフォームのシステム構成を明らかにするため, 関連研究と近年の研究動向の調査および実証実験の事例観察からハードウェア・ソフトウェア・ナビゲーション機能への要求について述べる. 三章では, 得られたハードウェア・ソフトウェア・ナビゲーション機能への要求から, 智能化移動プラットフォームのシステム構成を提案する. 四章では, 提案したシステム構成に基づいて開発した智能化移動プラットフォームについて述べる. 智能化移動プラットフォームを構築するための素体 (以降ベースプラットフォームとする) の検討と,

二種類の実環境で人を輸送するサービスを想定して開発した電動カート型知能化移動プラットフォームと電動車椅子型知能化移動プラットフォームについて述べる。また構築した知能化移動プラットフォームで移動サービスに関する研究を容易に行うため、基本機能として実装したナビゲーション機能についても述べる。五章では、開発した知能化移動プラットフォームの有用性を明らかにするため、二種類の実環境で行った動作検証とその結果から得られた有効性とその考察について述べる。六章では、本論文のまとめを行う。

第2章 知能化移動プラットフォームへの 要求調査

本章では、知能化移動プラットフォームに求められる要求を明らかにするため、関連研究と近年の研究動向の調査および実証実験の事例観察について述べる。一章で述べたシステム要件を満たすシステム構成を提案するには、構築する知能化移動プラットフォームのハードウェア構成・ソフトウェア構成・ナビゲーション機能等をどのような構成とすべきか検討を行う必要がある。上記検討を行うため、はじめに移動サービスに関する研究の歴史を踏まえて、移動プラットフォーム研究の有名な事例と所属講座におけるアプローチを関連研究として述べる。つぎに国内外における近年の研究動向の調査を行い、汎用的に使用されるセンサと研究対象となっているナビゲーション機能を抽出した。最後に、信頼性の高いハードウェアの実装やソフトウェア開発の効率化に必要な知見を得るため、つくばロボット特区で実施されている実証実験の事例観察を行った。これらの結果から知能化移動プラットフォームへの要求をまとめた。以降では、これらの詳細について述べる。

2.1 移動サービスの研究開発史と関連研究

移動サービスという研究の歴史を遡ると、その起源はやはり自動車の自律運転から始まる。最も古い自律運転システムの提案は、1939年に開催されたニューヨークでの世界博でゼネラルモーターズがFuturamaと名付けた自動運転システムのコンセプトを展示したことである。

国内での本格的な自律運転の研究は、1960年代に入ってから開始された。実際の道路を

走行することを想定して研究開発された最初の自律運転車は、1970年代後半につくば機械技術研究所（現産業技術総合研究所）で津川 定之 氏らによって開発されている [2]。この知能自動車と命名された世界初の自律運転車は、1978年にはアナログ信号処理の2つのカメラを使い、道路を認識することで時速30 kmで走行を行った。その後1980年代までは、現在のような発達したコンピュータ技術やGPS等が使用されていない環境で研究開発が進められてきた。

1990年代に入ると、近年の小型高性能化した計算機・カメラセンサ・GPS等を用いた自律運転車が開発された。代表的な研究として、1995年にカーネギーメロン大学の Martial Hebert 氏をリーダーとする研究グループが開発した自律運転車が挙げられる [3] [4]。小型計算機・カメラセンサ・GPS・レーザーセンサ¹等を搭載し、ピッツバーグからロサンゼルスまでの高速道路を自律運転するデモンストレーションを行った。

2000年代には、より実践的な自律運転の研究開発に入る。特に有名なイベントとしては2004,2005,2007年に Darpa (米国防高等研究計画局) が開催した自律運転車のコンテスト「Grand Challenge」・「Urban Challenge」である。2004年と2005年の Grand Challenge は、アメリカ南西部のモハーヴェ砂漠にコースを設定し、そのコースを完全自律で走行するというものである。2004年には完走したチームがなかったが、2005年はスタンフォード大学の Sebastian Thrun 氏のグループが開発した「Stanley」が約212 kmのコースを完走し優勝した [5]。2007年に開催された Urban Challenge は、閉鎖された空軍基地に作られた仮設の市街地が舞台となっている。市街地には、人間のドライバーが運転する自動車も走行しており、その環境の中で指定のコースを走行しつつ複数のポイントで課題を行わなければならない。優勝したのはカーネギーメロン大学の William (Red) L. Whittaker 氏らが開発した自律運転者車「Boss」 [6]、準優勝はスタンフォード大学の Sebastian Thrun 氏らが開発した自動車「Junior」であった [7]。これらの自律運転車には、レーザーセンサ・カメラセンサ・GPS・計算機が複数使用され、それらの機器の高性能化も要因としてナビ

¹国内外の製品でそれぞれ大きく名称が異なるため、製品の種別の総称としてこのように表記した。

ゲーショ技術が非常に発達した。この後、これらの研究成果が Sebastian Thrun 氏を中心として、Google の自動運転車開発に大きく影響している。

上記の自律運転車の研究成果は、一部の手法が道路環境という特殊さを利用しているが、実用に耐えうる前段階といえる。この 1990 年代までの間、移動ロボットやロボット化パーソナルビークルの自律移動技術も自動車での研究と同様に研究が進められてきた。しかし、環境と使用可能な機器という点で異なっていた。まず、活動する環境が実環境となり、より人との距離が近く外乱の多い環境でのナビゲーション技術が課題となっていた。そして、自動車の研究で利用される高性能のデバイスは、サイズや重量の問題から採用が厳しかった。さらに実験上における安全性や法的な問題もあり、実験室を飛び出して実環境で動作する完成度の高い研究開発事例はなかなか登場しなかった。だが、2000 年代に入ると搭載できるセンサ・デバイス・計算機の小型高性能化が進んだため、搭載機器面の問題は消えていった。この結果、実環境でデモンストレーションを実現した国内での事例が登場する。2005 年に開催された日本国際博覧会 (愛・地球博) で、アイシン精機株式会社・富士通株式会社と産業技術総合研究所の松本 治 氏らが共同で開発した「TAO Aicle」が一般の来場者に対して移動サービスのデモンストレーションを行った [8]。この会場では、ほかにも様々なサービスロボットのプロトタイプが展示され、我が国のサービスロボット開発における重要な時点であったとあってよい。そして 2007 年に開催された Urban Challenge と同時期に、国内では実環境を用いた実証実験として「つくばチャレンジ」 [9] [10] がスタートした。2007 年から 2011 年まで開催された第一期「つくばチャレンジ」では、数多くのロボット化パーソナルビークルや移動ロボットの研究が行われ、研究成果が蓄積された [11]。この結果、実環境の外乱に対してロバストなナビゲーション機能を備え、高い自律移動機能を持つ移動プラットフォームの研究成果が現れた。以降では、それらを関連研究として述べる。

井上一道氏 [12] らは公共空間で活動する自律移動機能を持ったパーソナルビークルについて、提供サービス・対象ユーザ・活動場面を総合的に考慮した外装や機構のデザイ

ンおよび設計方針を報告している。同氏らの目指すサービスは、実環境での移動支援や子供が乗って遊べるような人との触れ合いを考慮したものである。安全性や親和性を考慮したデザインを行うため、人間工学的な知見から外装の素材・形状・色彩等を決定している。さらに決定されたデザインの中で自律移動機能を実現するため、センサ本体をロボットに内蔵できる磁気ナビゲーション法 [13] を開発している。これらの成果は、該当分野の研究の中では例の少ないアプローチで貴重な報告である。近年では、さらに新しく着座型のパーソナルヴィークルを開発している [14]。これらの研究成果は、ベースプラットフォームを改造する場合にも、安全性を考慮した外装設計やデザインが重要であると示唆している。

横塚 将志 氏 [15] らは、電動車椅子をベースとした移動プラットフォームを開発した。人が搭乗できる機能を残して改造されている点は、人を輸送する移動サービスを目的とした開発の意図が強いと考えられる。自己位置推定機能には、レーザーセンサで得られた三次元の環境情報を SLAM で補正し、その環境地図と現在の観測情報をマップマッチングしパーティクルフィルタを用いるロバストな手法を用いている。障害物回避機能も、グレイスケールの二次元占有格子地図と A* アルゴリズムによって回避経路をリアルタイムに生成する機能を有している [16]。この研究成果は、実環境の外乱に対してロバストなナビゲーション機能を持った完成度の高い移動プラットフォームといえる。同研究グループはナビゲーション機能の研究に重点を置いており、移動サービスのアプリケーションについての報告はしていない。また、現在のところ電動車椅子の改造手法やナビゲーション機能の拡張性に関する報告は行っていない。

三つ目に、企業が行っている研究開発事例について述べる。株式会社日立製作所の一野瀬 亮子 氏らは、一人乗りの移動支援ロボット「ROPITS」 [17] [18] を開発した。自己位置推定に必要な環境形状地図は、ロボットに搭載したセンサから得られた環境形状に精度の良い RTK-GPS の測位データを融合し、詳細な三次元環境形状地図としている。この地図はつくばロボット特区内の約 18 km にわたって作成されており、この区間内では三次元

のマップマッチングを行うことで屋外環境でのロバストな自己位置推定を実現している。またステレオカメラとレーザーセンサを融合し、様々な障害物の検出を可能としている。さらに搭乗者に対する安全機構として車体の傾斜を抑制するアクティブサスペンション機構が搭載されている。現在までに、搭乗者が携帯端末を用いて送迎を依頼するといったデモンストレーションも行っており、移動サービスのアプリケーションまで研究開発が到達している数少ない事例となっている。

後者二つの研究成果から、移動サービスのアプリケーションまで研究開発するためには、実環境でロバストに機能するナビゲーション機能の搭載が必須であることがわかる。よって、本研究で提案する智能化移動プラットフォームに実環境でロバストに機能するナビゲーション機能を実装し基本機能として提供すれば、移動サービスのアプリケーションに関する研究開発を容易にすることが可能と考えられる。

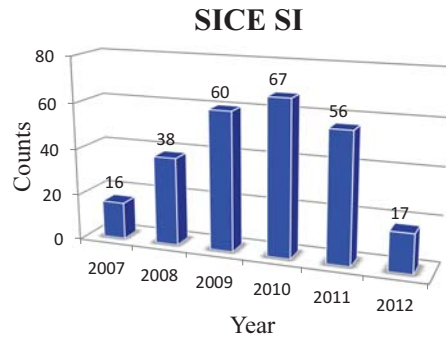
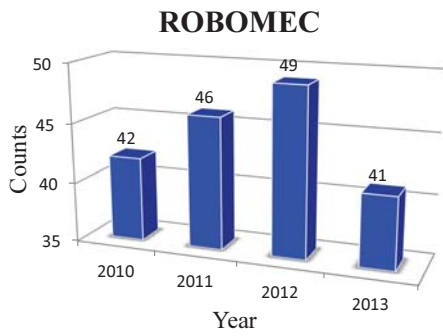
最後に所属講座におけるアプローチについて述べる。所属講座では2009年以前から産業技術総合研究所と共同で電動カートをベースとした自律移動ロボットの研究が成されてきた。富沢 哲雄 氏 [19] らは、電動カートをベースとした移動プラットフォームを発表している。電動カートをロボット化する手法について、電動ステアリング機構の実装方法や外界センサ・内界センサの搭載に関する工夫を述べている。また搭載した複数のセンサ情報を一元管理するため、センサ共有マネージャ [20] [21] を利用したソフトウェアシステムについて述べている。村松 聡 氏 [22] [23] らは、障害物が発生する可能性が低いランドマークとして路面画像に着目し、SURF 特徴量によるマッチングを行う自己位置推定について発表している。田中 秀幸 氏 [24] らは、先の文献 [22] と共に研究が進められていた上空画像を用いた自己位置推定手法とナビゲーションについて発表している。ロボットの鉛直上空は、移動物体がほとんどなく環境変化も少ない。上方の視野に着目し、鉛直上向きのカメラで撮影した上空画像マッチングを用いた自己位置推定とビューベースの経路追従を提案している。これらの研究過程で得た市販の電動カートを改造しロボット化する知見と実装の一部は、後述する電動カート型智能化移動プラットフォームに引き継がれた。

2.2 近年の研究動向調査

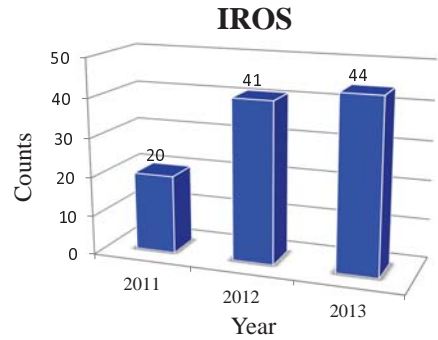
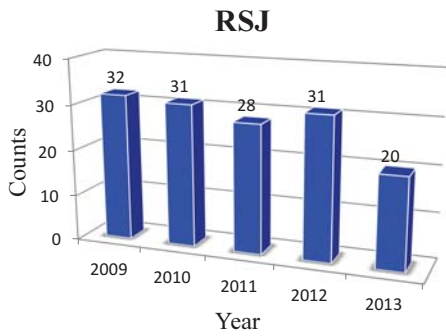
本節では、知能化移動プラットフォームへの要求を調査するために行った文献調査について述べる。近年開催された国内学会 (学術講演会) と最上位の査読付き国際学会で発表された文献から、主にサービスロボット分野におけるパーソナルヴィークルのロボット化・移動ロボットおよびナビゲーション機能に関する文献を調査対象とした。調査した学術講演会を以下に示す。

- 日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス講演会 (ROBOMECH) : 2010~2013
- 日本ロボット学会学術講演会 (RSJ) : 2009~2013
- 計測自動制御学会システムインテグレーション (SICE SI) 部門講演会 : 2007~2012
- IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS) : 2011~2013
- IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA) : 2011~2013

収集を行う年数を、国内学会では過去五年を目安に設定した。計測自動制御学会システムインテグレーション部門のみ、六年分の収集を行った。これは、2007年からつくばチャレンジがスタートし、2008年からは「リアルワールドロボットチャレンジ (RWRC)」としてフォーラムセッションが開催され、自律移動ロボットの研究開発に関する発表が盛んであるからである。国際学会では査読を通過した最新の研究状況を収集するため、収集年数を三年分とした。以上の条件で収集を行った結果、合計で 829 件の文献を収集した。収集した文献は巻末の調査文献リストに示す。図 2.1 は、各学会において収集した文献数と年度ごとの発表件数の推移である。

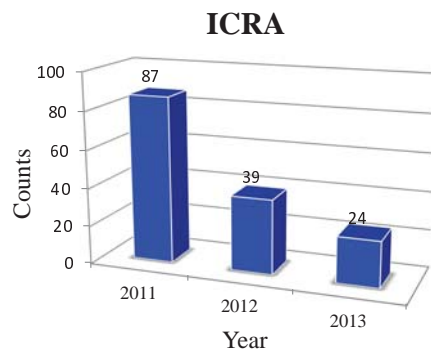


(a) 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 (c) SICE システムインテグレーション部門講演会



(b) 日本ロボット学会学術講演会

(d) IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems



(e) IEEE International Conference on Robotics and Automation

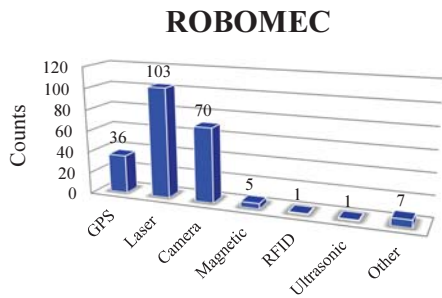
図 2.1: 収集した文献数と年度ごとの発表件数の推移

2.2.1 使用センサによる分類

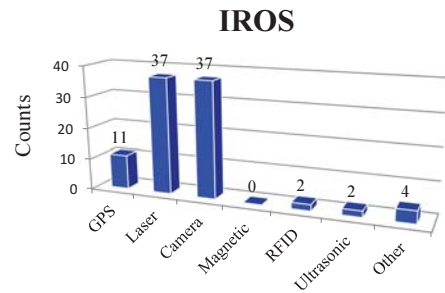
収集した文献を，その文献内で使用されているセンサに着目して分類した．その結果，特殊な物を除き，以下のような種類に分類されることがわかった．一つの文献内で複数のセンサが使用されている場合には，個別に計数している．各学会ごとに分類した結果とそれらの総計を図 2.2 に示す．

- GPS
- レーザセンサ
- カメラセンサ
- 磁気センサ
- RFID
- 超音波センサ

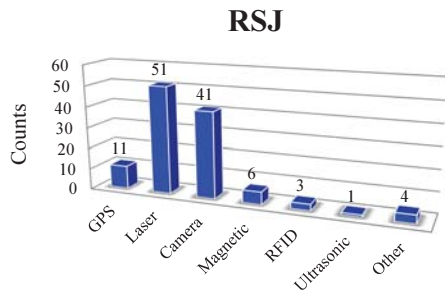
図 2.2(a)(b)(c)(d)(e) のどの結果も傾向は同じとなった．外界センサに関しては，地磁気から絶対方位を計測するために磁気センサを搭載する事例が多少存在するが，多くの研究では，GPS・レーザーセンサ・カメラセンサのいずれかを一つ，もしくはこれらを組み合わせて複数搭載していることがわかった．また，内界センサに関しては，文献に記述されない場合もあり正確な計数ができなかったが，記載されている場合ではジャイロセンサとロータリエンコーダを搭載する事例が多数を占めた．そして多くの研究でジャイロセンサとロータリエンコーダを利用し，基本的な自己位置推定をジャイロオドメトリ [26]で行っていることがわかった．これらの結果から開発する知能化移動プラットフォームには，外界センサとしてGPS・レーザーセンサ・カメラセンサを搭載し，内界センサとしてジャイロセンサとロータリエンコーダを搭載すれば，様々な移動サービスにかかわる研究を行うことができると考えられる．また一章で述べたシステム要件 V を満たすため，搭載するセンサは簡単に変更・追加できる拡張性を持たせる工夫を施す必要もある．



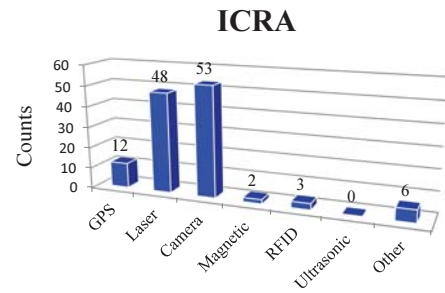
(a) 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会



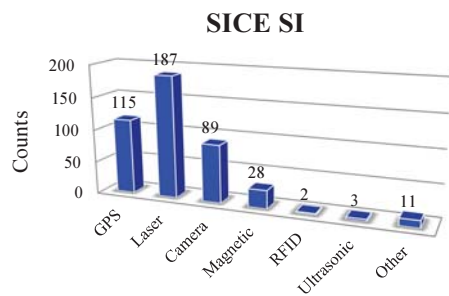
(d) IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems



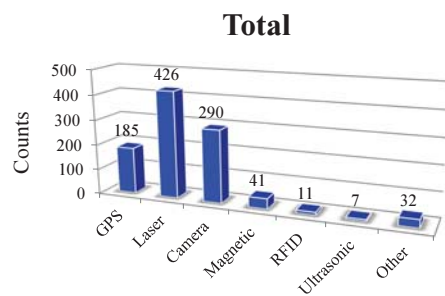
(b) 日本ロボット学会学術講演会



(e) IEEE International Conference on Robotics and Automation



(c) SICE システムインテグレーション部門講演会



(f) 総計

図 2.2: 使用センサ数による分類

2.2.2 研究対象とされているナビゲーション機能による分類

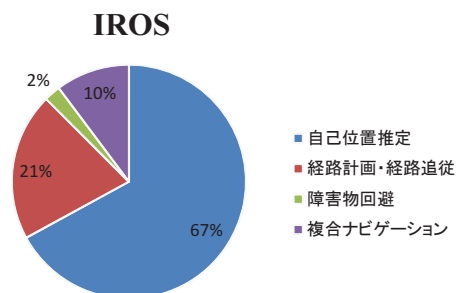
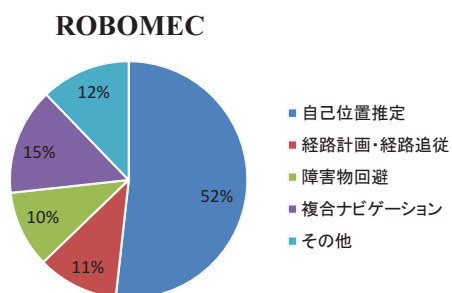
収集した文献の中で，研究内容がナビゲーション機能に関するものを，その文献がトピックとして扱っている内容に従い分類した．その結果，以下のような系統に分類できることがわかった．その分類結果を図 2.3 に示す．複数のナビゲーション機能について記載し，統合したナビゲーション機能を述べている文献に関しては，複合ナビゲーションと記載し分類することとした．

- 自己位置推定
- 経路計画/追従
- 障害物回避
- 複合ナビゲーション

図 2.3(f) の総計を見ると，自己位置推定の研究が全体の 50 % となっている．図 2.3(a)(b)(c)(d) を見ても，どの学会でも自己位置推定の研究が多いことがわかる．しかし日本ロボット学会学術講演会，計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会に独特の特徴が見られた．日本ロボット学会学術講演会では，トピックの明確な学術的な発表を重視するため，複合ナビゲーションに分類される研究が極端に少なく，計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会では，リアルワールドロボットチャレンジ (RWRC) のセッション開催の影響もあり，複合ナビゲーションに分類される研究が多い．実際には，この複合ナビゲーションに分類された研究の中で自己位置推定を中心に，その他のいずれかのナビゲーション機能について述べられている．

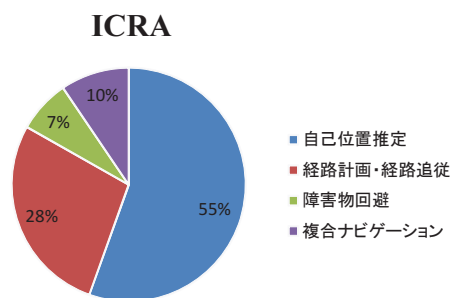
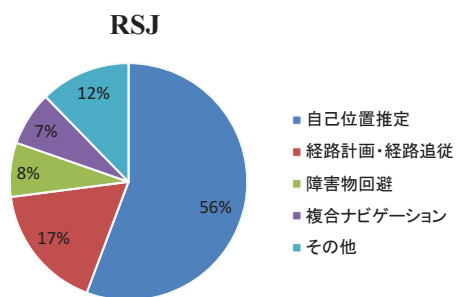
この結果から得られる重要なポイントは，多くのナビゲーション機能研究がこのように自己位置推定・経路計画/追従・障害物回避といった種類に分類できることである．つまり開発する智能化移動プラットフォームのナビゲーション機能は，分類された自己位置推定・経路計画/追従・障害物回避といった機能群でモジュール化されていれば，個々のナ

ナビゲーション機能について改良や入れ替えが可能であり，それぞれのナビゲーション機能を利用した上でアプリケーションの研究開発が容易になるといえる．



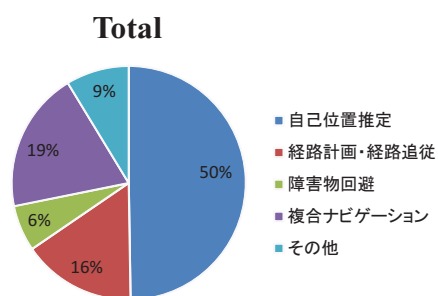
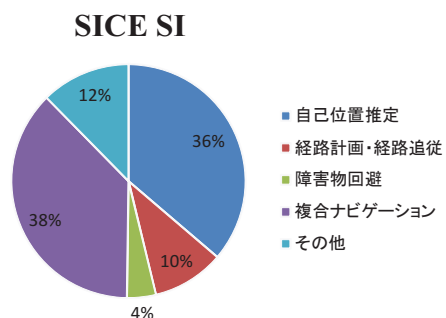
(a) 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会

(d) IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems



(b) 日本ロボット学会学術講演会

(e) IEEE International Conference on Robotics and Automation



(c) SICE システムインテグレーション部門講演会

(f) 総計

図 2.3: ナビゲーション機能による分類

2.3 実証実験の事例観察

本節では、つくばロボット特区で実施されているつくばチャレンジの事例観察から得られた、信頼性の高いハードウェアの実装やソフトウェア開発の効率化に関する知見について述べる。提案する知能化移動プラットフォームのシステム構成を機能させるためには、基本的にハードウェア面で信頼性の高い実装が必要である。また、移動サービスのように規模の大きいシステムを開発するためには、多人数で効率的なソフトウェアの開発が必要となる。上記の知見収集のための事例観察を2010年と2011年の期間で開催されたつくばチャレンジにて行った。

2.3.1 電源の分離

人を輸送できる移動プラットフォームには大出力のアクチュエータが搭載されている。電装系は数百ワットのパワーエレクトロニクス系と数ワットのセンシング・コントロールエレクトロニクス系で構成される。パワーエレクトロニクス系は、駆動用やステアリングといったアクチュエータと、それらを動かすドライバ回路が主な構成要素である。センシングエレクトロニクス系は、外界センサや内界センサと通信機器が主な構成要素である。コントロールエレクトロニクス系は、移動プラットフォームを知的に動作させる計算機と通信機器が主な構成要素である。そしてこれらのデバイスが多くの場合USB等を介して計算機に接続されているため、回路全体が共通のGNDで一体化している事例が多い。このような状況で発生するトラブルを調査すると、以下の二つに集約された。

- パワーエレクトロニクス系の負荷によって電源電圧が変動し、その影響からセンシング・コントロール系の動作不良を引き起こす。
- パワーエレクトロニクス系の駆動ノイズや先の動作不良によって通信系が動作不良を起こす。

先の動作不良に起因して発生する最も深刻な事態は、コントロールエレクトロニクス系が先に機能しなくなり暴走を引き起こすことである。このような事態は絶対に避けなければならない。問題を解決する手法としては、電源を分離する施策である。この手法は、産業界では非常に一般的な施策である。このような施策は、研究開発といえど人身に関わる機器を開発するため非常に重要であると考えた。実装の方法としては、パワーエレクトロニクス系とセンシング・コントロールエレクトロニクス系の電源分離には、必ず絶縁型 DC-DC コンバータを利用し GND を分離してそれぞれに電源を供給する。しかし USB でそれぞれのセンサや通信機器が接続されていると電源の分離は難しい。例えば、図 2.4(a) は、ある移動ロボットの通信系を司っている USB ハブであるが、ロボットに搭載されているデバイス群がほぼこの USB ハブに集約される形で実装されている。このような問題は、市販されている産業用の USB の電源と信号を絶縁するデバイス (一例: 図 2.4(b)) を利用することで解決できる。最も重要なコントロール系の計算機の動作不良を防止するため、実装する USB の絶縁デバイスは、計算機へ接続する手前に設置することが望ましい。以上をまとめると、開発する智能化移動プラットフォームの電装系は図 2.5 のように設計することとした。



(a) 一般的な USB ハブ



(b) 産業用の絶縁型 USB ハブ

転載元：[<http://www.fa.hdl.co.jp/jp/plink/usb-202.html>]

図 2.4: 信号と電源を絶縁可能な USB ハブ

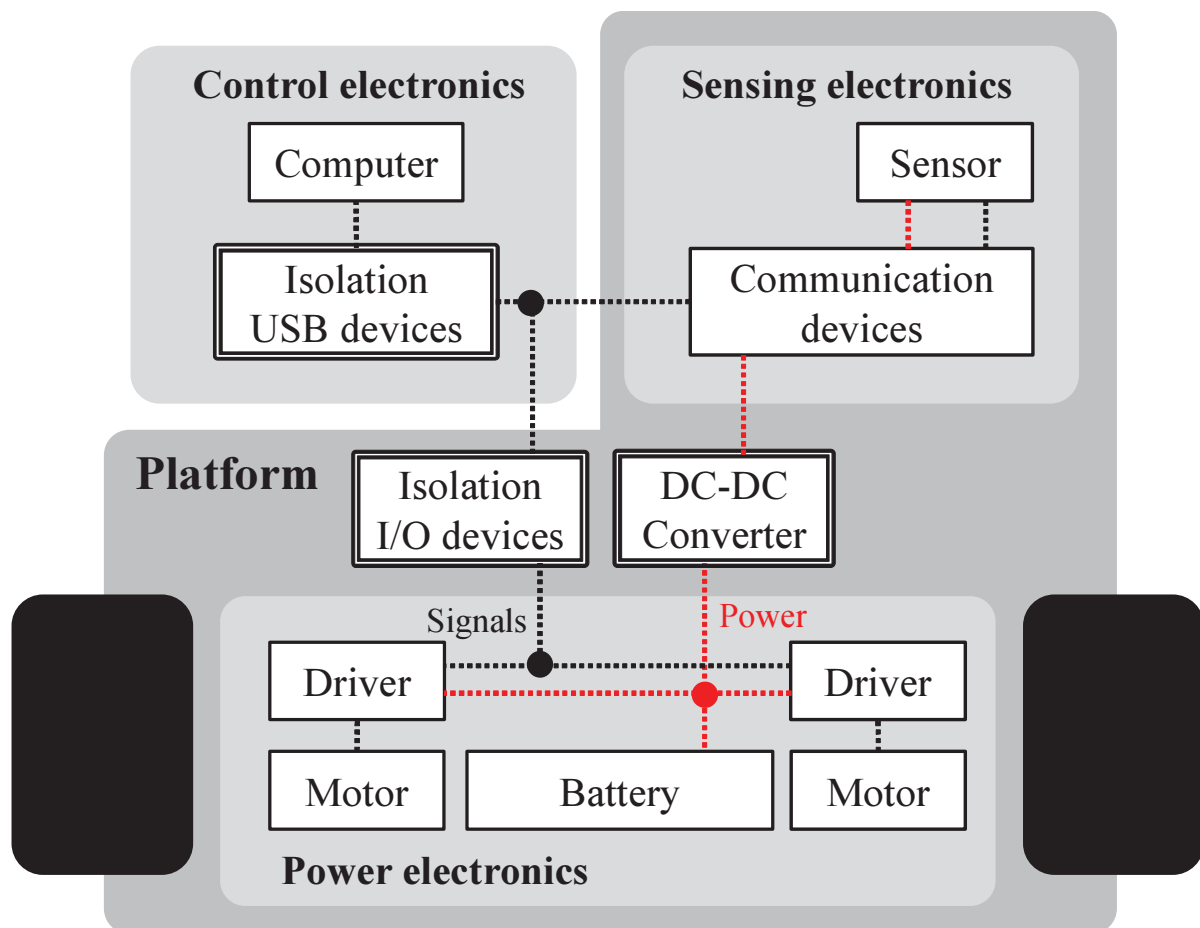


図 2.5: 電源の分離を実施した移動プラットフォームの電装系

2.3.2 振動・衝撃対策

移動プラットフォームは、屋内外の環境を移動する際に振動や衝撃にさらされる。このため、搭載するセンサ・デバイス・機構・構造材の組み付けには、振動・衝撃に対する十分な対策を施す必要がある。最も基本的な施策として組み付けには、スプリングワッシャだけでなく、ロックナットを使用することである。また電子回路の配線にはスプリング端子台を使用し、振動での配線抜けを防止する。さらに、実装した電子回路ユニットそのものを振動する台車から分離することは、根本的な振動・衝撃対策となる。図 2.6 は、上記で述べた電子回路と台車との間に工業用のゴムクッションを実装し、振動に対する対策が成された事例である。このような施策も考慮して、知能化移動プラットフォームを構築することとする。

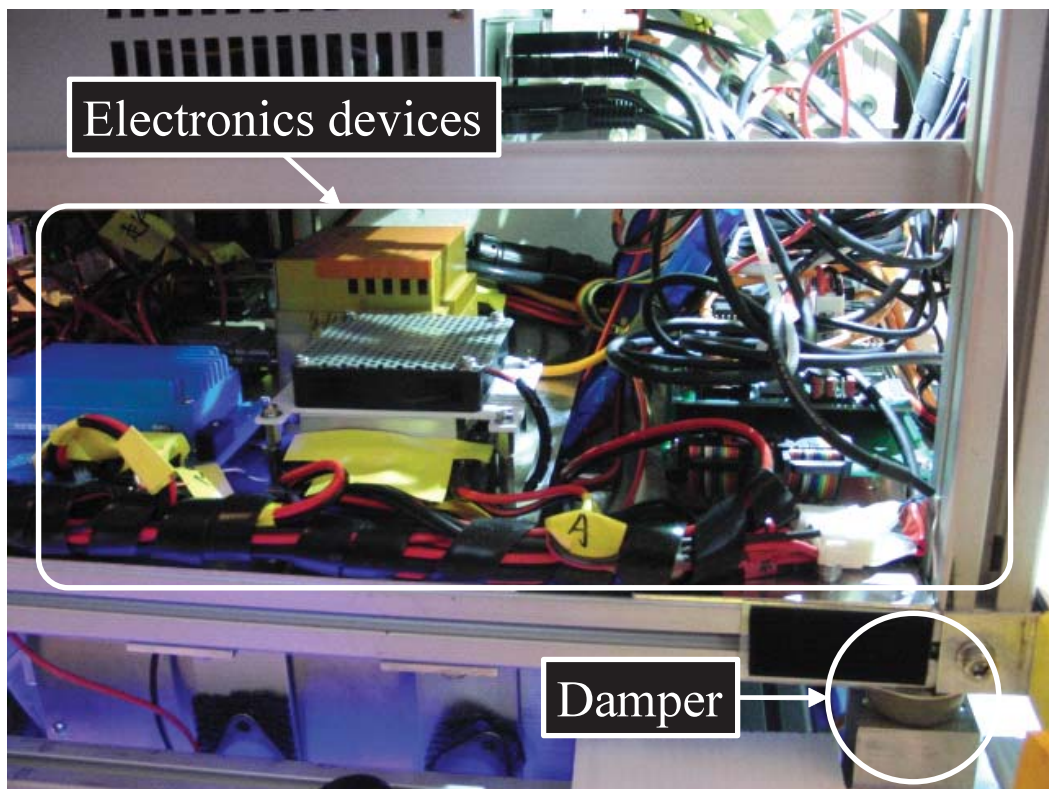


図 2.6: 電子回路ユニットの振動対策事例

2.3.3 効率的なソフトウェアの開発

図 2.7は、つくばチャレンジの会場におけるロボット開発の一風景である。通常このような移動プラットフォームの開発では、そのシステムの規模が大きくなるためソフトウェアの開発は複数人で行う。搭載したセンサのドライバとなるソフトウェア、ナビゲーション機能を果たすソフトウェア等多数のソフトウェアで構成される。知能化移動プラットフォームでは、これらのソフトウェアの変更・追加に対応し、かつ移動サービスのアプリケーションとして機能するソフトウェアを上位機能として実装することも想定し、簡単にシステムを拡張できるソフトウェア構成とする必要がある。よって、提案する知能化移動プラットフォームでは、各々のソフトウェアの開発を独立に行うことができ、システムの拡張も可能なソフトウェア構成とする必要がある。この要求を満たすため、知能化移動プラットフォームのソフトウェア構成には、ミドルウェアやOSを採用することとする。



図 2.7: 多人数で行うロボット開発の一風景

2.4 まとめ

本章では，知能化移動プラットフォームに求められる要求を明らかにするため，以下の三項目について行った調査および観察について述べた。

- 関連研究
- 近年発表されたパーソナルヴィークルのロボット化・自律移動ロボットおよびナビゲーション機能に関する文献の調査。
- つくばロボット特区で実施されているつくばチャレンジの事例観察。

その結果，関連研究からは以下のような要求を明らかにすることができた。

1. 移動サービスのアプリケーションの研究開発を容易に行えるよう，実環境でロバストに機能するナビゲーション機能を基本機能として搭載する。
2. ベースプラットフォームを改造する際には，安全性を考えた外装設計やデザインが重要である。

文献調査からは以下のような知能化移動プラットフォームへの要求を明らかにすることができた。

1. 外界センサとしてGPS・レーザーセンサ・カメラセンサを搭載し，内界センサとしてジャイロセンサ・ロータリーエンコーダを搭載する。
2. センサを簡単に変更・追加できる拡張性を持たせる工夫を施す。
3. 搭載されるナビゲーション機能は，自己位置推定・経路計画/追従・障害物回避といった機能群でモジュール化する。

実証実験の事例観察からは，以下のような点が知能化移動プラットフォームを構築する上で重要となることがわかった。

1. パワーエレクトロニクス系とセンシング・コントロールエレクトロニクス系の電源を分離し、特に USB といった通信系は計算機の手前で絶縁する。
2. 搭載するセンサ・デバイス・計算機等は、振動対策を行った台車上に実装する。
3. ソフトウェア構成にはミドルウェアや OS を採用する。

三章では、明らかにされた知能化移動プラットフォームの要求に従い、知能化移動プラットフォームのシステム構成を提案する。

第3章 知能化移動プラットフォームのシステム構成

本章では，二章で得られた知能化移動プラットフォームへの要求から，開発する知能化移動プラットフォームのシステム構成について述べる．まず，二章で得られた要求をハードウェア構成・ソフトウェア構成・ナビゲーション機能のそれぞれで実現すべき内容に分け，その結果から提案するシステム構成を示す．さらにその他の移動プラットフォームとの比較を行い，それらに対する優位性を明らかにする．

3.1 システム構成の提案

一章で述べた知能化移動プラットフォームのシステム要件は以下のとおりであった．

- I. 移動サービスに関する研究開発を容易とするため，基本的なナビゲーション機能が搭載されていること．
- II. 移動サービスに関するアプリケーションの研究開発を行うため，必要に応じてナビゲーション機能の変更や追加が可能なこと．
- III. 上記研究開発のために必要な個々のナビゲーション機能の研究が行えること．
- IV. ナビゲーション機能の研究のために必要とされるセンサー・デバイス・計算機が搭載されていること．
- V. 必要に応じて上記の機器の変更や追加が可能なこと．

- VI. 提案するシステムを機能させるため、信頼性の高いハードウェアの実装を必要とすること。
- VII. 提案するシステムのソフトウェア構成は、ソフトウェアの追加・拡張が容易で、かつ多人数で効率的に開発が可能な仕組みとすること。
- VIII. 構築したハードウェアとソフトウェアのシステムを詳細に示すこと。

上記システム要件を満たすために、二章で得られた要求をまとめると以下のとおりであった。

- i. 移動サービスのアプリケーションの研究開発を容易に行えるよう、実環境でロバストに機能するナビゲーション機能を基本機能として搭載すること。
- ii. ベースプラットフォームを改造する際には、安全性を考えた外装設計やデザインが重要であること。
- iii. 搭載するナビゲーション機能は、自己位置推定・経路計画/追従・障害物回避といった機能群でモジュール化すること。
- iv. ソフトウェア構成にはミドルウェアや OS を採用すること。
- v. 外界センサとして GPS・レーザーセンサ・カメラセンサを搭載すること。
- vi. 内界センサとしてジャイロセンサ・ロータリーエンコーダを搭載すること。
- vii. 上記のセンサを簡単に変更・追加できる拡張性を持たせる工夫を施すこと。
- viii. パワーエレクトロニクス系とセンシング・コントロール系の電源を分離し、特に USB を代表とする通信系は計算機の手前で絶縁すること。
- ix. 搭載するセンサ・デバイス・計算機等は、振動対策を行った台車上に実装すること。

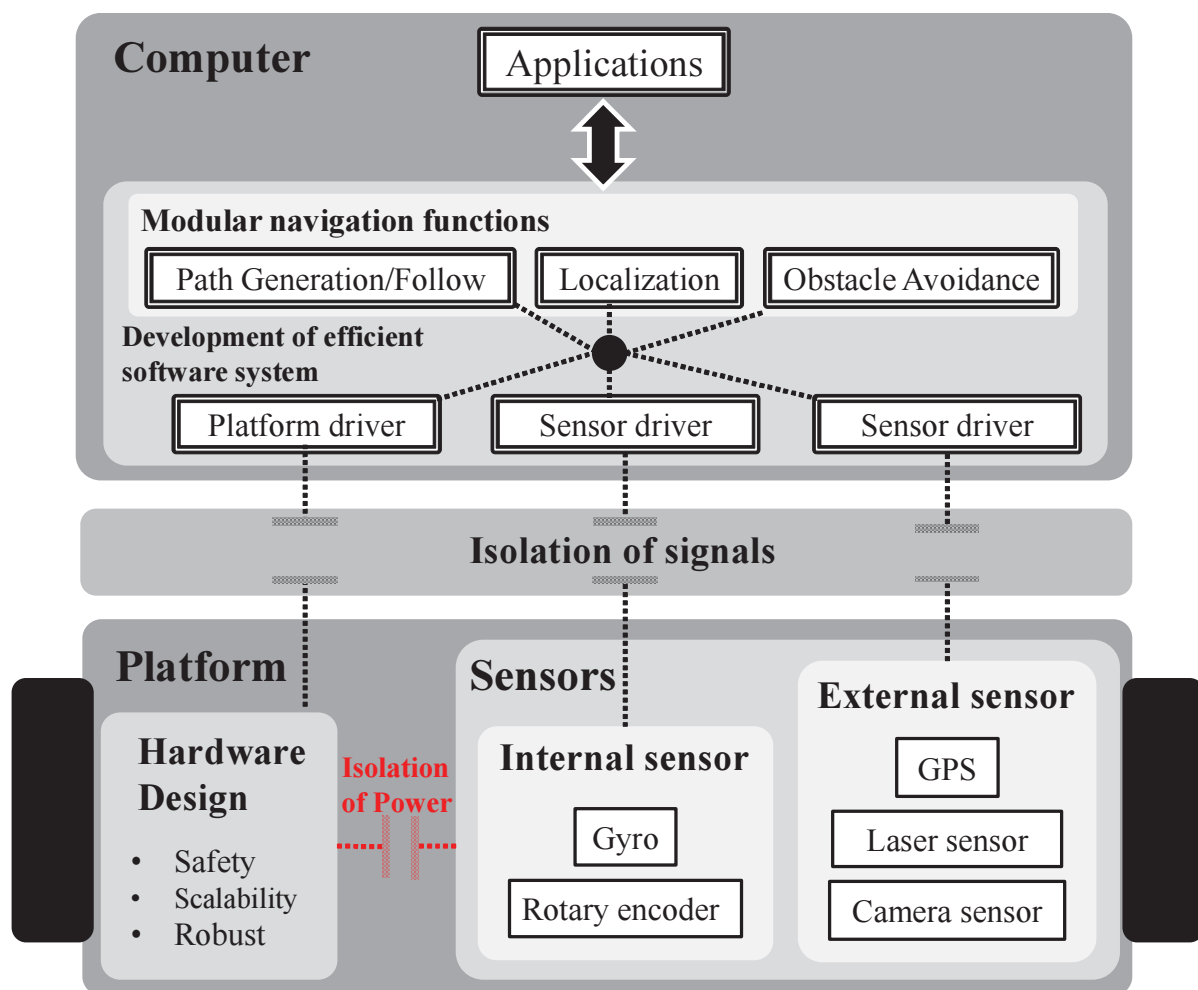


図 3.1: 提案する智能化移動プラットフォームのシステム構成

システム要件の各項はシステム要件番号として大文字のローマ数字で表記し，上記の要求の各項はシステムデザイン番号として小文字でローマ数字で表記した．これらの要求を満たすシステム構成を構築すると図 3.1 となる．

移動プラットフォームのハードウェア構成は，そのデザインで安全性を考えた外装が必要である．また様々なセンサ・デバイス・計算機の追加・変更を想定した拡張性も必要である．搭載すべきセンサとしては，外界センサに GPS・レーザーセンサ・カメラセンサ，内界センサにジャイロセンサ・ロータリーエンコーダを搭載する．これらの搭載機器への

電源は分離し、同様にプラットフォームと計算機の通信系も絶縁する。このようにハードウェアの電装系を分離・絶縁することで動作不良を防止する。計算機の内部には、ソフトウェア構成・ナビゲーション機能のそれぞれで実現すべき内容が存在する。ナビゲーション機能では、移動サービスのアプリケーションの研究開発を容易とするため、実環境でロバストに機能するナビゲーション機能を基本機能として提供する。これらのナビゲーション機能の構成は自己位置推定・経路計画/追従・障害物回避といった機能群でモジュール化されている。計算機には、これらのナビゲーション機能となるソフトウェアと、移動プラットフォームとそこに搭載された様々なセンサ・デバイスのドライバソフトウェアが実装される。さらに、これらのソフトウェアの変更・追加に対応し、かつ移動サービスのアプリケーションとして機能するソフトウェアを上位機能として実装することも想定する。そして個々のソフトウェアを独立に開発することが可能な仕組みを導入することで、開発効率の向上も行う。この要求を満たすため、知能化移動プラットフォームのソフトウェア構成には、ミドルウェアやOSを採用することとする。以上の構成を提案する知能化移動プラットフォームのシステム構成とする。

3.2 提案したシステム構成の優位性

この節では、前節で提案した知能化移動プラットフォームのシステム構成の優位性について述べる。一般的に普及している市販の移動プラットフォームおよび研究用プラットフォームと比較を行う。一章で述べた背景および知能化移動プラットフォームに求められるシステム要件と二章で得られた知能化移動プラットフォームに求められる要求を基に、比較のための評価指標を以下のように設けた。

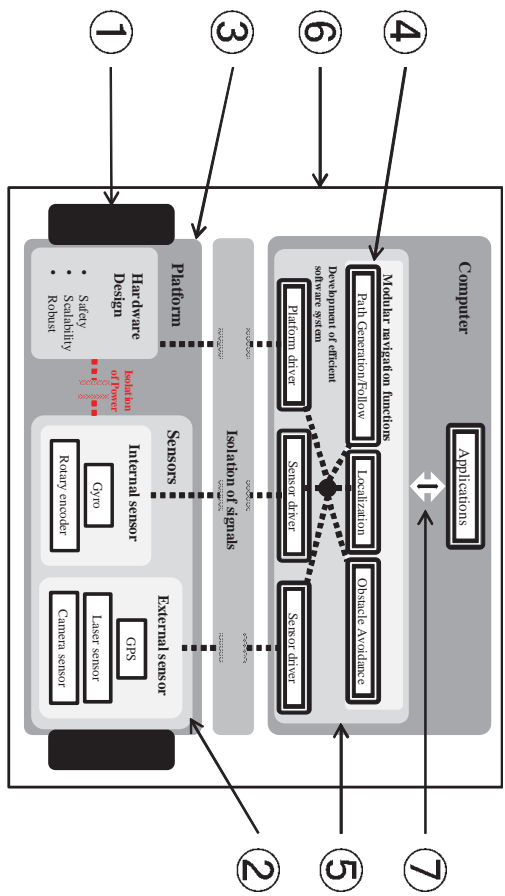
- ① 多様な環境で移動サービスを行うため、屋内外で走行が可能か。
- ② 移動サービスの研究に必要な汎用的なセンサが搭載されているか。
- ③ ハードウェアの拡張性が有り、研究目的に合わせてセンサやデバイスが追加可能か。

- ④ 移動サービスのアプリケーションの研究開発を容易にするため、ナビゲーション機能のソフトウェアが提供されているか.
- ⑤ 様々な移動サービスのアプリケーションの研究開発を可能とするため、ソフトウェアの拡張が可能か.
- ⑥ ハードウェアおよびソフトウェアのシステムが開示・公開されているか.
- ⑦ 移動サービスのアプリケーションを簡単に実装するためのインターフェースを備えているか.

比較対象としては、二章の一節の関連研究で述べた二例と世界的に有名は Willow Garage 社の研究用プラットフォームの PR2, また一般的に利用されている市販の移動プラットフォーム Segway RMP200・PIONEER 3-DX・TurtleBot とした。評価指標に対する比較の結果を図 3.2 に示す。

市販の移動プラットフォームは、購入後に様々なセンサやデバイスを搭載し、その上でナビゲーションソフトウェアを実装しなければならず、移動サービスのアプリケーションの研究開発を行うためには労力が大きい。また関連研究で述べた研究事例では、ハードウェアやソフトウェアのシステムの詳細は論文で言及されていない。このため、このまま本研究で求める知能化移動プラットフォームとして利用することはできない。研究用プラットフォームでは、特定の研究途用にハードウェアが完成されているため、大幅なハードウェアの拡張性は期待できず、また屋外における移動性能も期待できない。

提案した知能化移動プラットフォームでは、前節と提案したシステム構成と四章で述べる提案したシステム構成と開発したロボットのハードウェア・ソフトウェアのシステムとしての実体がすべての評価項目を満たす。よって本論文で提案する知能化移動プラットフォームは、その他の移動プラットフォームと比較して優位性が高く、新規性があるといえる。



	知能化移動ロボットフォーム CARTIS Types CARTIS Typew	関連研究を進べた移動ロボットフォーム TAO Aicle	ロボティクス ROBOTS	研究用ロボットフォーム Willow Garage PR2	市販の移動ロボットフォーム Segway RMP-200	PIONEER 3-DX	Turtlbot
①屋内外の走行が可能か	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
②汎用的なセッティングが可能なか	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
③ハードウェアの柔軟性があるか	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
④ナビゲーション機能のソフトウェアが実装されているか	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
⑤ソフトウェアの汎用性があるか	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
⑥ハードウェア・ソフトウェアのシステムが公開されているか	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
⑦ソフトウェア・システムの実装が可能なソフトウェアを備えているか	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

図 3.2: 提案した知能化移動プラットフォームの優位性評価

3.3 まとめ

本章では，二章で得られた知能化移動プラットフォームへの要求から，提案する知能化移動プラットフォームのシステム構成について述べた．また，提案した知能化移動プラットフォームの優位性について述べた．四章では，提案した知能化移動プラットフォームのシステム構成にしたがって開発した電動カート型と電動車椅子型の知能化移動プラットフォームについて述べ，それらに実装した基本機能として提供するナビゲーション機能についても述べる．

第4章 知能化移動プラットフォームの 開発

本章では、前章で提案したシステム構成に基づいて開発した知能化移動プラットフォームについて述べる。以降では、ベースプラットフォームの検討および開発した電動カート型知能化移動プラットフォームと電動車椅子型知能化移動プラットフォームの詳細について述べる。

4.1 ベースプラットフォームの検討

本節では、知能化移動プラットフォームに用いるベースプラットフォームの検討について述べる。ロボットによる移動サービスでは、人を輸送できる性能は重要であり、その輸送能力があれば人以外の物の輸送にも十分な機能を有していると考えられる。よって、基本方針としてパーソナルヴィークルをベースプラットフォームとすることとした。ロボットの分野におけるパーソナルヴィークルといえば、Segway や Winglet (図 4.1(a)(b)) といった立ち乗り型のパーソナルヴィークルが有名であるが、現在、我が国では高齢化を背景として電動車椅子や電動カートといった着座型パーソナルヴィークル (図 4.2(a)(b)) の普及が進んでいる。図 4.3 は横軸に年、縦軸にその年の合計出荷台数を示したものである [25]。この図 4.3 から年々普及が進んでいることがわかる。車椅子は障害者が屋内外をシームレスに移動する用途での利用が多く、電動カートは障害者による利用だけでなく、高齢者による屋外の近距離移動用として利用例が多い。また、電動カートはショッピングモールといった大規模商業施設で利用例がある。空港などの公共施設では、利用者の

移動補助のみならず，従業員の移動補助としても利用されている。

以上の理由から，車椅子や電動カートをロボット化し，知能化移動プラットフォームとすれば，多くの場面で利用できる有益な移動サービスの実現が期待できる．よって本研究では，電動カートと車椅子をベースプラットフォームとして採用する．



(a) セグウェイ Segway PT i2

転載元：[<http://www.segway-japan.net/lineup/i2/basic.html>]



(b) トヨタ自動車 Winglet

転載元：[<http://techcrunch.com/2008/08/01/can-toyotas-winglet-become-a-segway-killer/>]

図 4.1: 立ち乗り型パーソナルヴィークル



(a) スズキ セニアカー

転載元：[<http://www.suzuki.co.jp/welfare/seniorcar/et4d/index.html>]



(b) ヤマハ発動機 JW アクティブ

転載元：[<http://www.yamaha-motor.co.jp/wheelchair/lineup/active/>]

図 4.2: 着座型パーソナルヴィークル

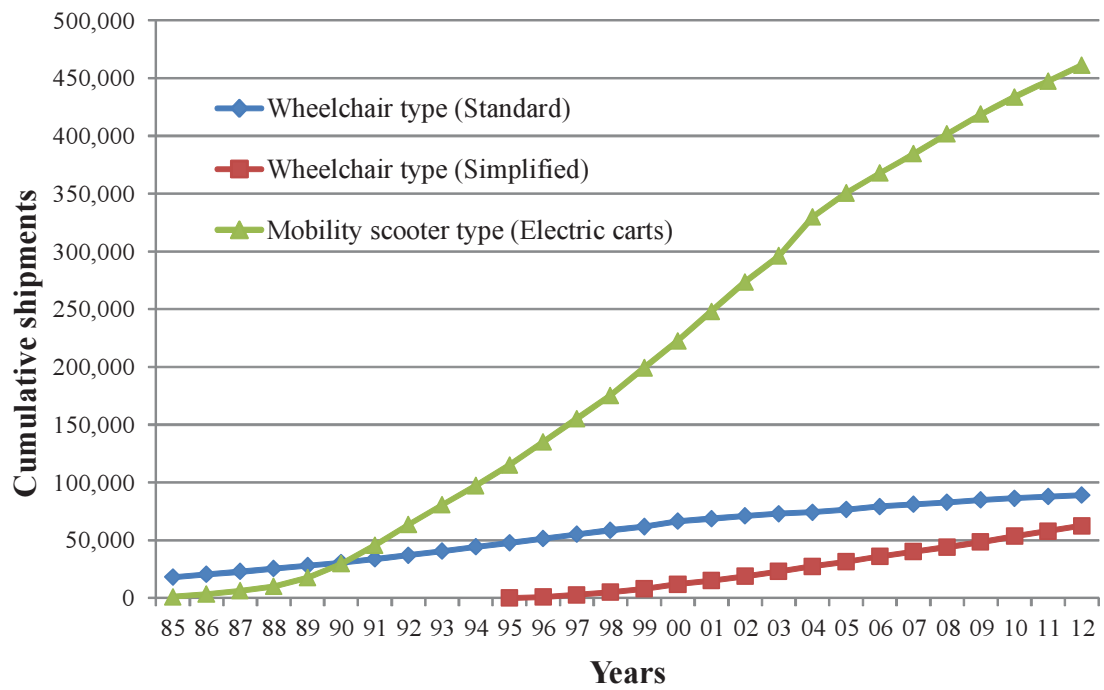


図 4.3: 着座型パーソナルヴィークルの出荷台数

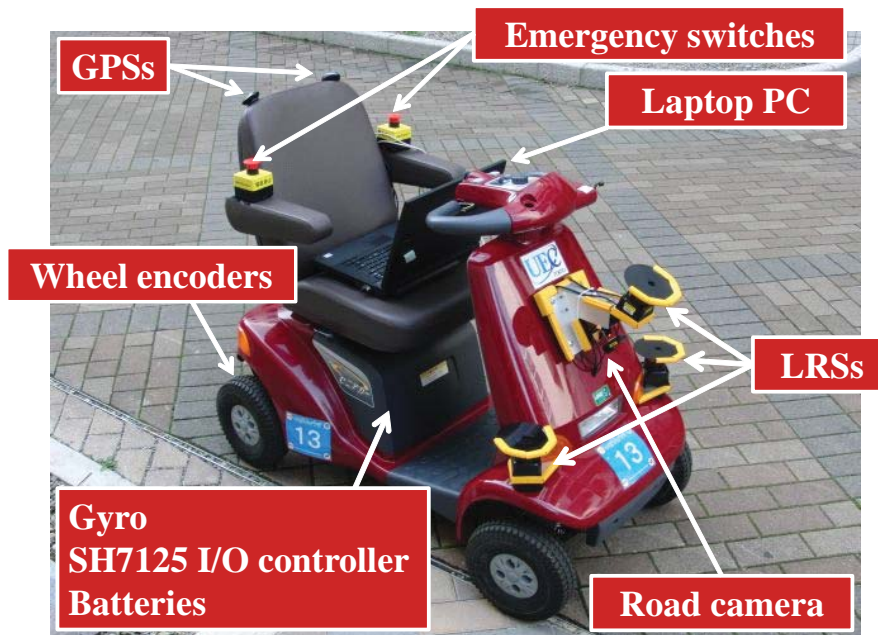
4.2 電動カート型知能化移動プラットフォームの開発

本節では、提案した知能化移動プラットフォームのシステム構成に基づいて開発した電動カート型の知能化移動プラットフォーム「CARTIS TypeS」について述べる。電動カートは、屋外の様々な環境において走破性や安定性といった移動性能が優れている。よって本節で開発する電動カート型の知能化移動プラットフォームは、屋外を中心とした移動サービスを想定している。以降では、まず開発した電動カート型知能化移動プラットフォームの概要について述べ、ベースプラットフォームとした電動カートのロボット化、センサの実装、ソフトウェア構成について述べていく。

4.2.1 電動カート型知能化移動プラットフォームの概要

開発した電動カート型知能化移動プラットフォーム「CARTIS TypeS」の外観を図 4.4 に示す。2010 年度と 2011 年度における二つの時期の外観を掲載した。それぞれの時期によって実施した実験内容により多少外観が異なるが、提案したシステム構成に必要なセンサ群が搭載されている。表 4.1 に CARTIS TypeS の主な仕様を示す。

この電動カート型知能化移動プラットフォームは、二章一節で述べたように所属講座で 2009 年までに行われてきた電動カートをベースとする自律移動ロボットの開発で得た知見や実装の一部を継続的に利用している。外観上の大きな変化は二点である。鉛直上向きカメラを撤去したことと、前方の低所を観測するため、車両の前方中央に斜め下方向きのレーザーセンサを追加したことである。内部の機構やセンサの実装に関しては、電動ステアリング機構の機能と実績が十分であったこと、また内界センサは本論分で述べたシステムデザイン vi に合致していたため、それぞれの実装は継続的に利用した。電装系ではステアリングに接続したモータのドライバと車両のコントロールに使用していたマイコンシステムに動作トラブルが多かったため、デバイスの選定と変更を行い、かつシステムデザイン viii を満たすよう実装をおこなった。これらについては次節で述べる。



(a) 2010 年度における CARTIS TypeS の外観



(b) 2011 年度における CARTIS TypeS の外観

図 4.4: 電動カート型知能化移動プラットフォーム CARTIS TypeS

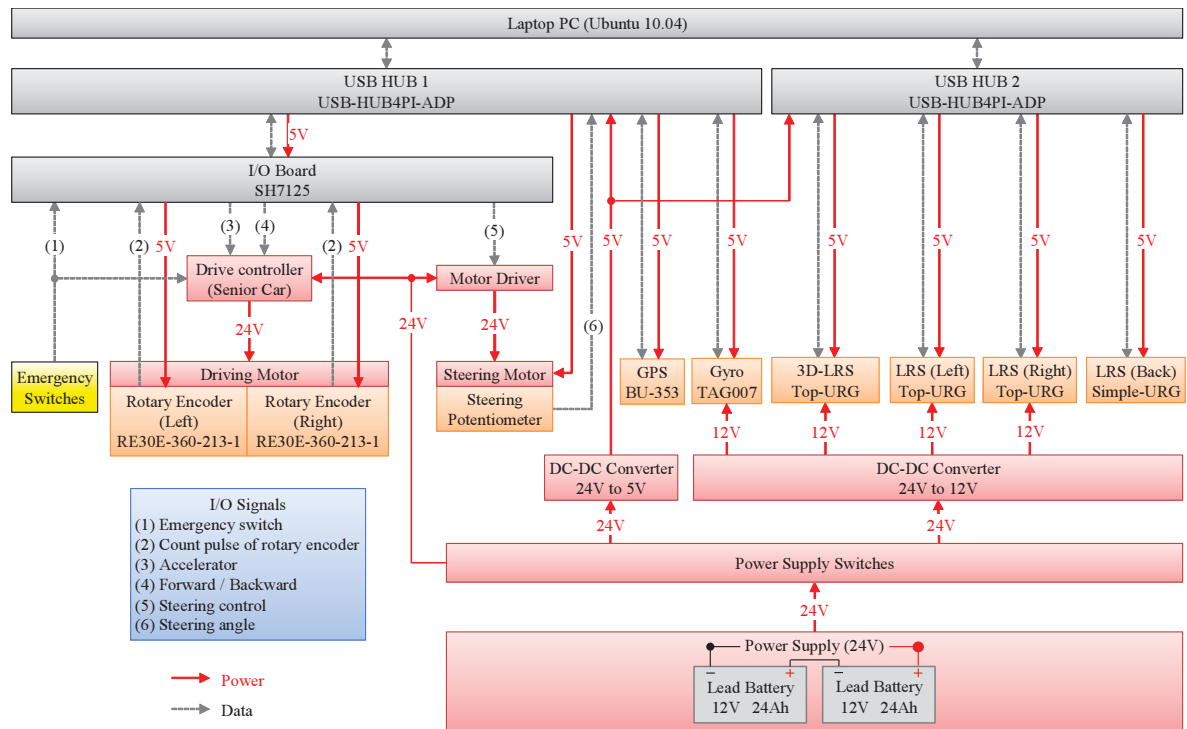
寸法・重量	
全長	120 cm
全幅	65 cm
全高	99 cm
重量	95 kg
動力部 (駆動系)	
動力	電動カート付属 DC ブラシレスモータ 360 W
モータードライバ	電動カート付属モータードライバ
動力部 (操舵系)	
動力	ハーモニック・ドライブ・システムズ DC モータ RH-11D 12.3 W
モータードライバ	東京高専 Motor driver [27]
減速比	200
走行性能	
最大走行速度	6 km/h
連続可動時間	2.5 h (平均時速 4 km/h で走行)
登坂性能	10 °
内界センサ	
ロータリーエンコーダ	日本電算コパル RE30E
ジャイロセンサ	多摩川精機 TAG0007
外界センサ	
LRS	北陽電機 UTM-30LX × 3, URG-04LX-UG01
Camera	Logicool Webcam C905m
GPS	Global Sat BU-353
その他搭載エレクトロニクス	
電源	鉛蓄電池 24 V, 24 Ah
絶縁型 USB ハブ	システムサコム工業 USB-HUB4PI-ADP
計算機と OS	東芝 dynabookRX3, Linux Ubuntu10.04

表 4.1: CARTIS TypeS の主な仕様

4.2.2 電動カートのロボット化

ベースプラットフォームとなる電動カートには、スズキセニアカー (スズキ ET4D-4) を改造し使用している。改造後のサイズは 120 cm(L) × 65 cm(W) × 99 cm(H) であり、重量は 95 kg となっている。市販の高齢者用電動カートを利用し、大きく外観を変更することなく改造することで、市販品としてデザインされている安全性を確保しつつ、屋外の移動環境に対する走破性が確保できる。また車両前方にはセンサ実装用フレームを構築し、外界センサの実装を容易とする工夫が行われている。表 4.1 で示したように最大速度は、時速 6 km/h で走行する能力を有しているが、人間と一緒に環境で活動するため、人間の歩行速度を考慮して最大 4 km/h 程度に移動速度を制限する実装をハードウェアにて行っている。図 4.5(a) にハードウェア構成を示す。電源は鉛蓄電池 (24 V, 24 Ah) を使用している。搭載した各種センサおよびデバイスを使用した状態で 2.5 時間以上走行でき、平均時速 4 km/h で連続 10 km 以上の走行が可能である。これは公園や大型商業施設で、移動サービスの実験を行うのに十分な航続距離である。搭載された主な電装系は座席の下に収められており、車両のコントロールは SH2 マイコン (図 4.5(b), ルネサスエレクトロニクス SH7125) を介して行っている。左右後輪に設置したロータリーエンコーダ・緊急停止スイッチ・ステアリング・スロットルのモータドライバ等の配線は、このマイコンに接続している。搭載するエレクトロニクスには、屋外環境の走行における振動や衝撃に対して対策をする必要がある。これらの対策として、搭載した電気機器と配線の接続にはスプリング式ターミナルブロックを採用し、屋外環境の走行における振動や衝撃によって発生する接続不良を防止した。さらに、搭載される電子機器は、ベースプラットフォームに装備されているサスペンション機構上に実装されており、根本的な振動・衝撃対策を実現している。車両のコントロールとプラットフォームのシステム開発には、ラップトップ PC を用いることとした。走行命令はこのラップトップ PC からシリアル通信を用いて、ベースプラットフォームをコントロールしている SH2 マイコンに送られる。このマイコンや、車両に搭載されているセンサはすべて USB によって接続している。システムの電装系設計

としては、コントロール用のラップトップ PC とパワーエレクトロニクス系を含むプラットフォームの電源が絶縁する必要がある。そこでラップトップ PC とプラットフォーム上のエレクトロニクス系の回路の絶縁を、電源分離が可能な絶縁型 USB ハブ (図 4.5(c), システムサコム工業 USB-HUB4PI-ADP) を使用することで解決し、安定した電装系の動作を実現した。



(a) ハードウェア構成



(b) SH7125 を用いた I/O コントローラ



(c) 絶縁型 USB ハブ

図 4.5: CARTIS TypeS のハードウェア構成とロボット化に用いたデバイス

4.2.3 電動ステアリング機構

電動カートをベースプラットフォームとして改造するためには、ステアリング機構をロボット化する必要がある。図 4.6 に電動ステアリング機構を示す。搭乗者にとって、実装する電動ステアリング機構が搭乗の障害にならないようコンパクトな機構で実装するため、小型で高減速比を得ることができる DC サーボモータ (ハーモニック・ドライブ・システムズ RH-11D-3001-E100D0) を使用した。DC サーボモータに付属しているギヤヘッドは 100:1 の減速比であり、車両のステアリング軸がこの DC サーボモータの軸からプーリベルトを用いてさらに二倍に減速されている。ステアリングの角度は、ステアリング軸に設置されているポテンショメータによって得ることができ、車両のコントロールに使用することができる。この電動ステアリング機構は、所属講座で 2009 年までに開発されてきた電動カートをベースとした自律移動ロボットの実装を継続的に利用している。屋外のアスファルト路面のように摩擦が大きく操舵トルクが要求される場面でも十分な操舵を行うことができ、現在までに十分な実績があることからその実装を継続的に利用した。

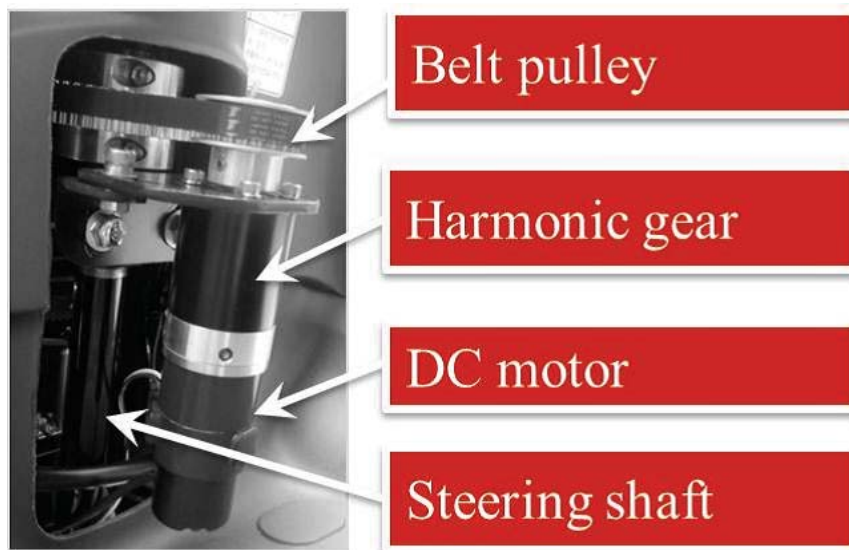


図 4.6: 電動ステアリングの構造

4.2.4 内界センサの実装

左右の車輪にはロータリーエンコーダ (日本電算コパル RE30E-360-213-1) が接続されている。速度は、左右の車輪の回転速度の平均値から計算でき、角速度は、左右の車輪の回転速度差から計算できる。しかし実環境では、車輪に取り付けたセンサによる計測では段差やスリップなどの影響を受けやすく、特に姿勢に対して誤差が累積しやすい傾向にある。そのため、角速度を直接計測できるセンサとしてジャイロセンサを利用する。また高精度に角速度を計測できるジャイロセンサを選択することで、姿勢の累積誤差を減少させることができる。図 4.7 に実装したロータリーエンコーダとジャイロセンサを示した。ジャイロセンサには、光ファイバジャイロ (図 4.7(a), 多摩川精機 TAG0007) を採用した。このジャイロセンサは一時間程度の走行でドリフトが $10^{\circ}/h$ 程度である。左右の車輪に取り付けたロータリーエンコーダ と組み合わせることで、累積誤差の少ないジャイロオドメトリ [26] が実現されている。このジャイロオドメトリは、自己位置推定の基本機能として用いることを想定している。この節で述べた内界センサの実装も所属講座で 2009 年までに開発されてきた電動カートをベースとした自律移動ロボットの実装を継続的に利用している。この実装は、本論文で述べたシステムデザイン vi に合致しており、2009 年までの研究において有効な実績があるため継続的に利用した。



(a) 光ファイバジャイロ TAG0007



(b) タイヤに接続されたロータリーエンコーダ

図 4.7: CARTIS TypeS に搭載した内界センサ

4.2.5 外界センサの実装

外界センサの実装では、まず 2010 年度と 2011 年度の双方でレーザーレンジセンサ (以降、LRS とする)¹ (北陽電機 UTM-30LX(以降 Top-URG)) が搭載されている。搭載した LRS が観測する範囲は、車両の全周囲を観測でき、かつ観測情報として重要な前方領域において、片方のセンサにオクルージョンが発生しても、ロバストに周辺環境を観測する配置としている。具体的には、二つの Top-URG を、車両左右前方それぞれ 45° 外向きに設置することで、前方領域のオクルージョンを抑止しつつ、車両後方以外全周囲の観測を実現している。URG-04LX-UG01 (Simple-URG) は Top-URG の死角となっている後方の観測に用いている。これらの LRS の配置とそのスキャンエリアを図 4.8(a)(b) に示した。また中央の Top-URG は車両前方の低所を観測している。車両前方 745 mm の高さから、20° 傾斜させて設置しており、水平に設置された Top-URG で観測できない前方の高さの低い障害物が観測可能となっている。またこの Top-URG に関して図 4.4(b) の 2011 年度のモデルでは、スキャン面が三次元的に可動するよう構造を変更した (以降 3D-LRS)。これは、内輪差を持つ電動カート特有の問題として、内輪差となる領域の低所に障害物があり、それらを観測し巻き込まないように障害物回避するためである。20° 傾斜させた中央の Top-URG をさらに DC ブラシレスサーボモータ (双葉電子工業 RS405CB) によって車両のロール軸方向に左右 60° 回転できるようにすることで、移動したスキャン面が車両の前面を回避し、車両の旋回時に内輪差となる車両左右側面の下方領域を観測可能としている (図 4.8(c) 上段)。図 4.8(c) の下段は、3D-LRS を左に傾斜させたとき (図 4.8(c) 上段右) のスキャン平面と車体の関係である。上記の実装によって、自己位置推定・障害物回避機能等に必要な情報を有効に提供可能とした。

2010 年度のモデルでは、カメラセンサとしてウェブカメラ (Logicool Webcam C905m) が搭載されていた。図 4.4(a) では、路面を観測するように設置されていたが、用途によ

¹北陽電機で市販しているレーザーセンサはスキャナ式レンジセンサという商品名で販売されており、レーザーレンジセンサという呼称が用いられることが多く、本論文でもこの呼称を採用した。

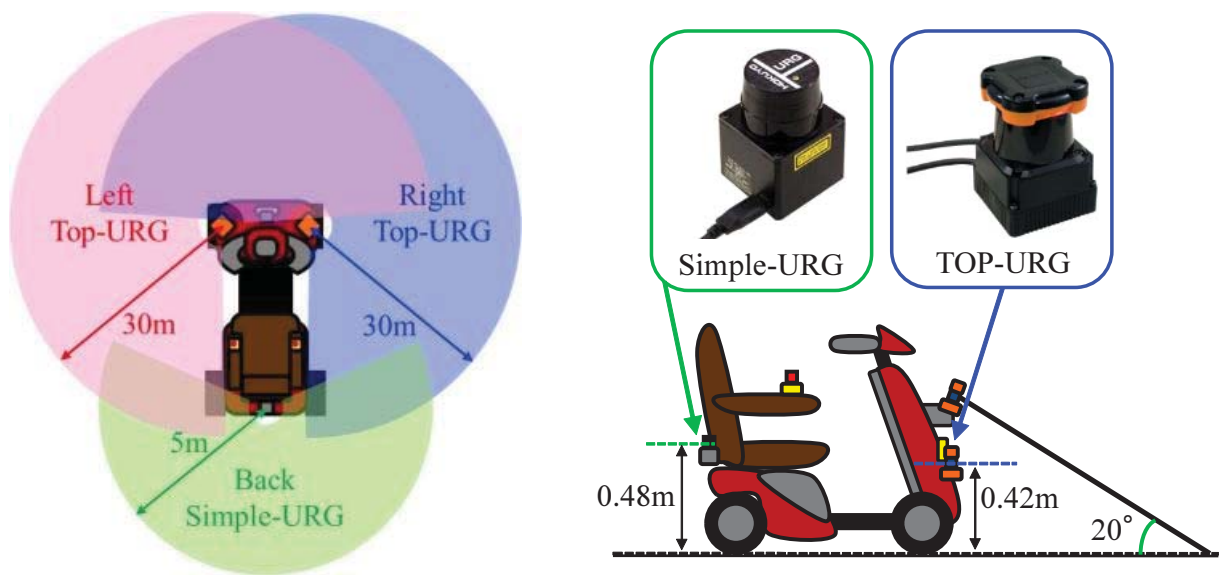


図 4.8: LRS の配置と観測範囲



図 4.9: GPS : Global Sat 社製アンタレス BU-353

って角度を変更可能であり, LRS と合わせて外界センサとして利用できる. GPS には Global Sat アンタレス BU-353 (図 4.9) を用いており, 屋外での自己位置位置推定に利用できる.

4.2.6 ソフトウェア構成

提案したシステム構成を満たすよう実装したソフトウェア構成を図 4.10 に示す. センサ・デバイス・ナビゲーションソフトウェア間のデータ共有化には, 竹内 [20] [21] らによって開発された「Streaming data Sharing Manager (Sensor Sharing Manager:SSM)」を使用している. SSMにおける共有化メモリ空間のデータは, 独立に動作するプロセスからアクセス可能で, それぞれのソフトウェアを独立に開発可能である. また SSM は各々のソフトウェアからアクセスされる共有メモリの競合防止の役割を果たしている. 図 4.10 の左側はセンサおよびデバイスであり, 各々のドライバを介し SSM の共有メモリにデータが記録される. 右側は SSM からデータをロードし, ナビゲーションを行うソフトウェア群である. ソフトウェア間のインターフェースを明確化しておけば, 各ソフトウェアの追加・変更が可能となる. 新たにセンサやデバイスを追加する場合には, そのセンサに対応

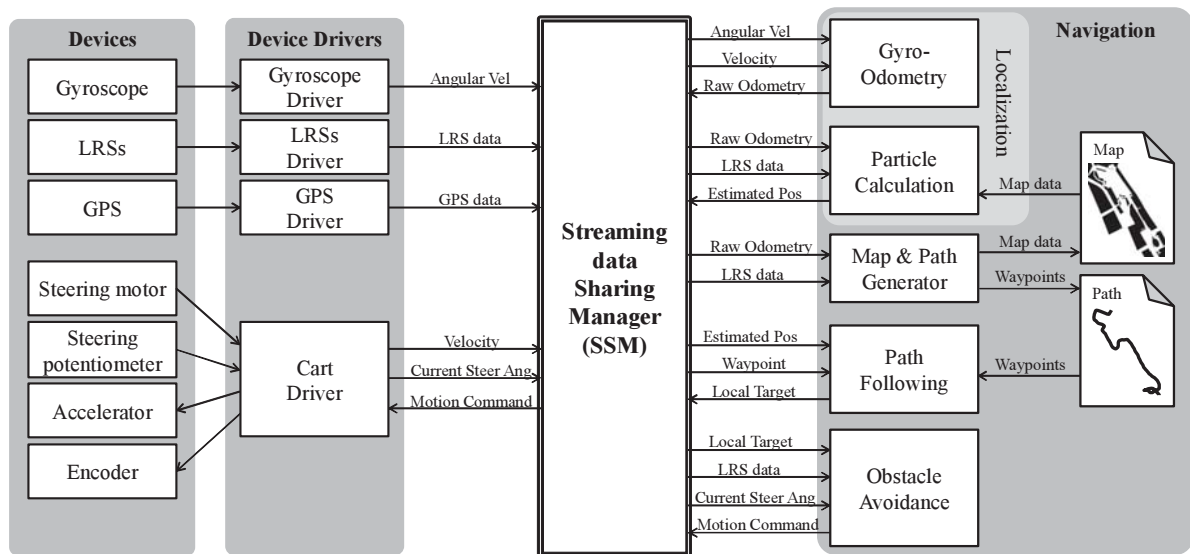


図 4.10: CARTIS TypeS のソフトウェア構成

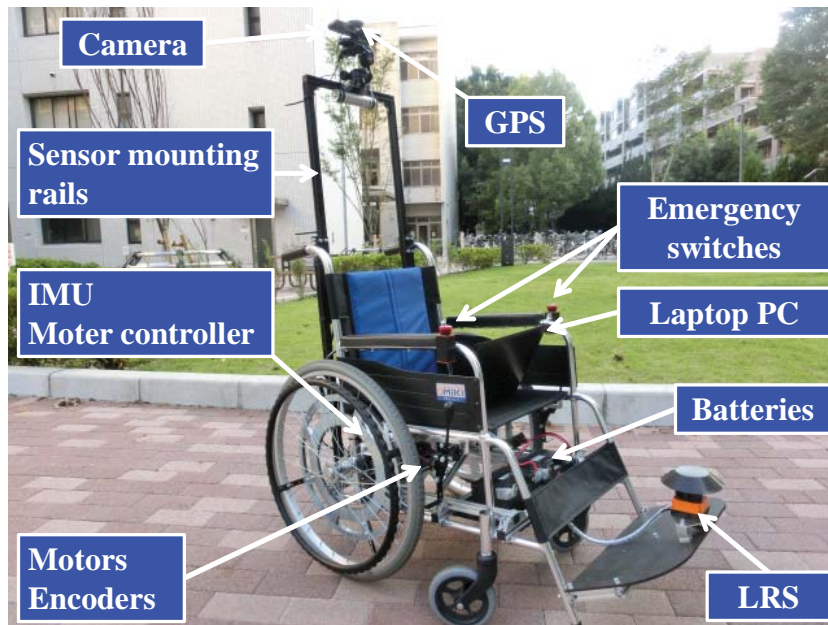
したデバイスドライバを作成すればよく、ナビゲーション機能を入れ替える場合は、同様の入出力インターフェースを備えたソフトウェアをモジュールごとに入れ替えればよい。さらに、ナビゲーション機能やアプリケーションを追加する場合には、SSMから必要なデータをロードし、結果を出力する新たなソフトウェアを作成することでシステム開発が可能となっている。図 4.10 の実装では、Cart Driver 以外の Device Drivers と Gyro-Odometry は、2009 年以前の研究から利用しているモジュールとなっている。

4.3 電動車椅子型知能化移動プラットフォームの開発

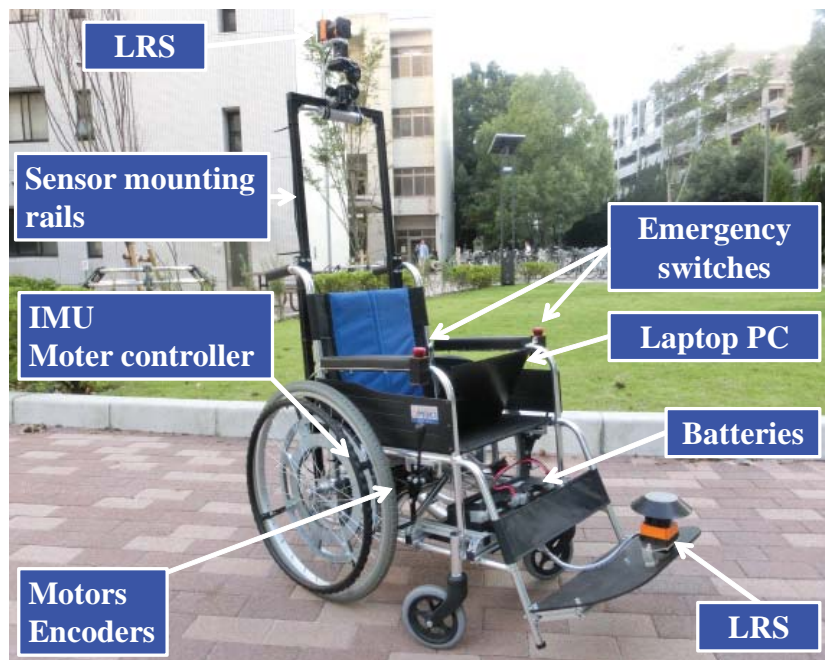
本節では、提案した知能化移動プラットフォームのシステム構成に基づき開発した電動車椅子型の知能化移動プラットフォーム「CARTIS TypeW」について述べる。本節で開発する電動車椅子型の知能化移動プラットフォームは、屋外と屋内の双方を移動する環境での移動サービスを想定している。開発した電動車椅子型知能化移動プラットフォームは、前節で述べた電動カート型の知能化移動プラットフォームと同様のコンセプトに基づいているが、ベースプラットフォームが異なるため、ハードウェアやソフトウェアの実装が異なる。以降では、それらの異なる点に注目しつつ、開発した電動車椅子型知能化移動プラットフォームについて述べる。

4.3.1 電動車椅子型知能化移動プラットフォームの概要

開発した知能化電動カート CARTIS TypeW の外観を図 4.11 に示す。図 4.11(a) は、提案したシステム構成に必要となるセンサ群を搭載したタイプである。図 4.11(b) は、拡張の一例としてカメラセンサの代わりに LRS を搭載したタイプである。こちらはカメラセンサと比べて太陽光の外乱にも強く、屋外を中心とした実験も可能となる。表 4.2 に開発した CARTIS TypeW の主な仕様を示す。



(a) 提案したシステム構成に必要なセンサ群を搭載した CARTIS TypeW



(b) カメラセンサを変更して LRS を設置した CARTIS TypeW の仕様変更例

図 4.11: 電動車椅子型智能化移動プラットフォーム CARTIS TypeW

寸法・重量	
全長	115 cm
全幅	63 cm
全高	150 cm
重量	34.4 kg
動力部 (駆動系)	
動力	Maxon DC コアレスモータ RE40 150 W × 2
モータードライバ	自作 Hブリッジドライバ
走行性能	
最大走行速度	5.1 km/h
連続可動時間	2.0 h (平均時速 4 km/h で走行)
登坂性能	7 °
内界センサ	
ロータリーエンコーダ	Maxon HEDL5540
ジャイロセンサ	MicroInfinity R1350N
外界センサ	
LRS	北陽電機 UTM-30LX
Camera	ASUS Xtion PRO LIVE
GPS	Global Sat BU-353
その他搭載エレクトロニクス	
電源	リチウムフェライトバッテリー 24 V 14 Ah
絶縁型 USB ハブ	OLIMEX USB-ISO
計算機と OS	東芝 dynabookRX3, Linux Ubuntu10.04

表 4.2: CARTIS TypeW の主な仕様

4.3.2 車椅子のロボット化

ベースプラットフォームとなる車椅子には、市販の手押し車椅子 (三貴工業所 BAL-0) を改造し使用した。改造後のサイズは 115 cm(L) × 63 cm(W) × 150 cm(H) であり、重量は 34.4 kg となっている。CARTIS TypeS と同様に大きく外観を変更しないで改造することによって、市販品としてデザインされている安全性や利便性を失わない工夫を図った。一方 CARTIS TypeS との大きな違いは重量とセンサ実装の拡張性である。CARTIS TypeS の重量は 95 kg と重く、実験ごとの輸送に苦労があった。この問題を解消するため、アルミフレーム仕様の軽量車椅子をベースとし、重量のある電源の鉛蓄電池の代わりにリチウムフェライトバッテリーを採用した。この選定により大幅な軽量化を達成した。また、ナビゲーション機能の変更や拡張を目的としてセンサを搭載する能力をより拡充するため、車両後方にアルミフレーム (株式会社ミスミ製) でセンサ実装レールを作成した。前節で述べた図 4.11(a)(b) で異なる外界センサの実装は、このレールを使用して行っており、簡単に仕様変更が行えることを示している。また表 4.2 で示したように最大速度は、時速 5.1 km/h で走行する能力を有しているが、CARTIS TypeS と同様に最大 4 km/h 程度に移動速度を制限する実装をソフトウェアにて行っている。図 4.12 にハードウェア構成を示す。電源は先に述べたリチウムフェライトバッテリー (24 V, 14 Ah) を使用している、搭載した各種センサおよびデバイスを使用した状態で 2 時間以上走行でき、平均時速 4 km/h で連続 8 km 以上走行が可能である。こちらも大型商業施設で、移動サービスの実験を行うのに十分な航続距離となっている。搭載される主な電装系は座席の背面下方にユニット化されて収められている (図 4.13)。この電装ユニットは、防振ゴム上に設置されており、振動・衝撃に対する対策を施してある。電動化した車輪の機構について本節では詳しく述べないが、この車輪にギヤを介して接続しているモータは SH2 マイコン (ルネサスエレクトロニクス SH7125) と自作の Hブリッジ回路を用いて車輪の角速度をフィードバックコントロールしている。電装ユニットには、この自作サーボドライバ以外にも、電源回路・電源スイッチ・絶縁 USB ハブ・IMU 等が搭載されている。これらのエレクト

ロニクスの配線と接続は、CARTIS TypeS と同様に走行における振動・衝撃への対策としてスプリング式ターミナルブロックを採用し、屋外環境の走行における振動や衝撃に対して接続不良を防止している。車両のコントロールも CARTIS TypeS と同様にラップトップ PC を用いている。

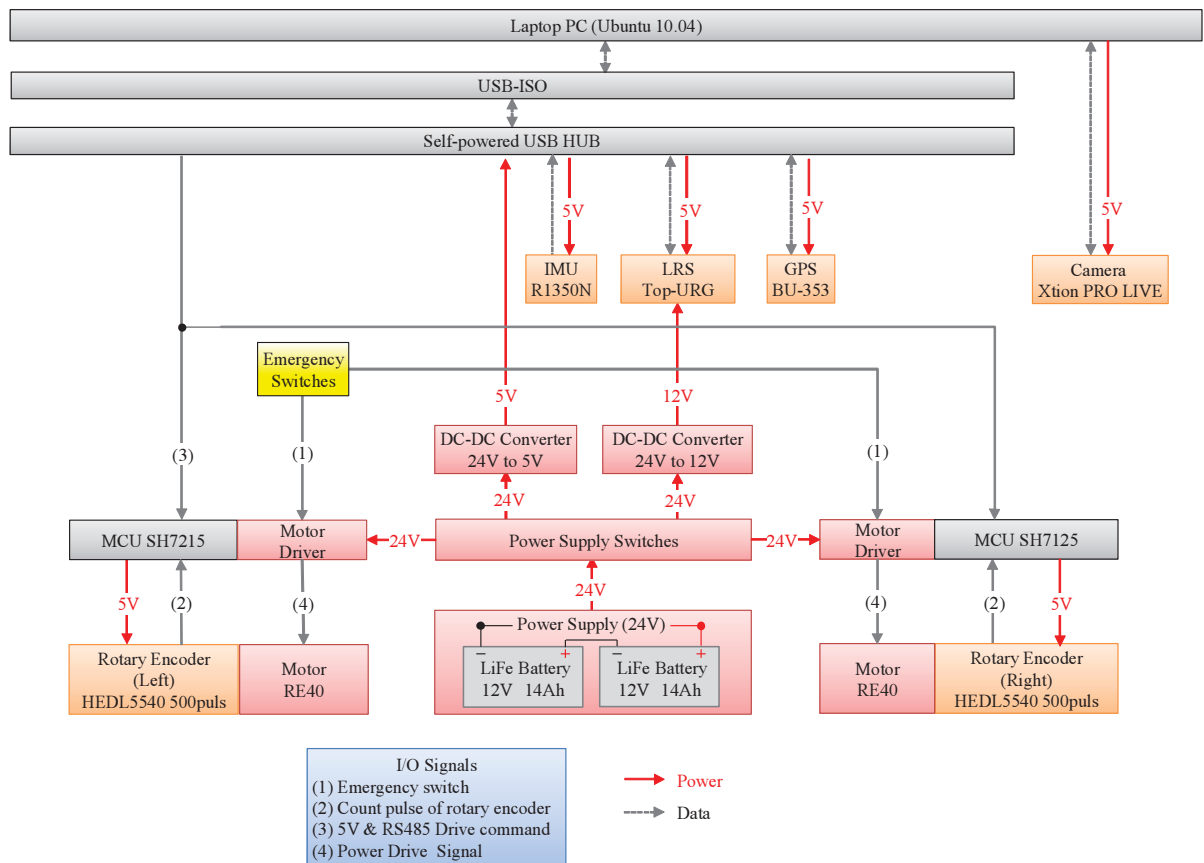


図 4.12: CARTIS TypeW のハードウェア構成

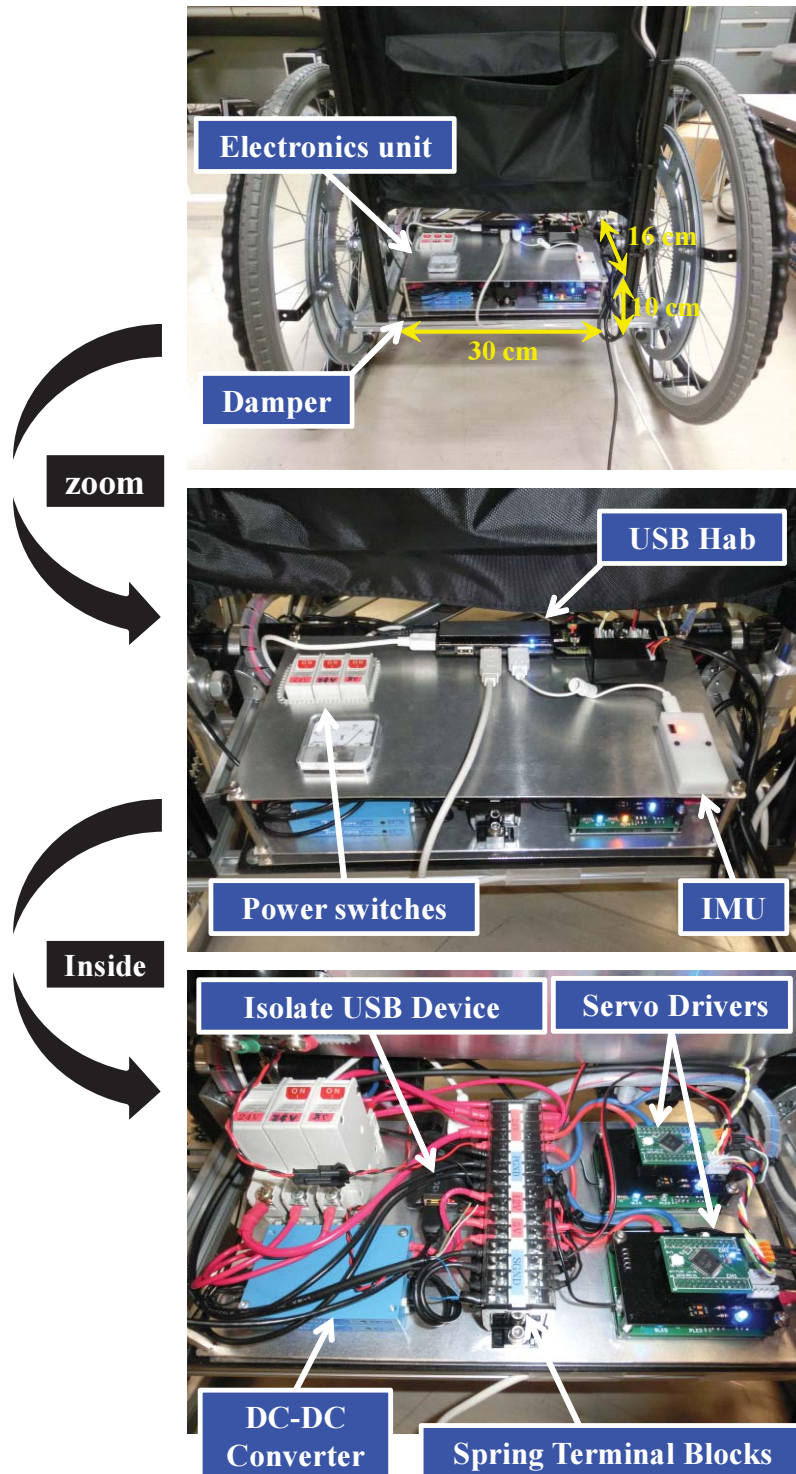


図 4.13: CARTIS TypeW の回路ユニット

4.3.3 車輪の電動化機構

市販の車椅子をベースとしたため、車輪の電動化を行った。図 4.14 は実装した車輪の電動化機構を示す。必要なトルクをコンパクトな機構で得るため、高効率の DC コアレスモータ (Maxon RE40) と遊星ギヤを用いたギヤヘッド (Maxon GP42C 26:1) を組み合わせて使用した。このギヤヘッド付き DC モータは、減速比 5.5:1 で車軸に接続されている。車軸との接続では、市販の車椅子を改造するため車軸方向に非常に小さなスペースで減速する必要があった。この問題を解決するため車輪サイズに匹敵する大型のインターナルギヤを用いて減速している。この減速機構の詳細な設計と実装については、巻末の付録 B.2 に記載した。

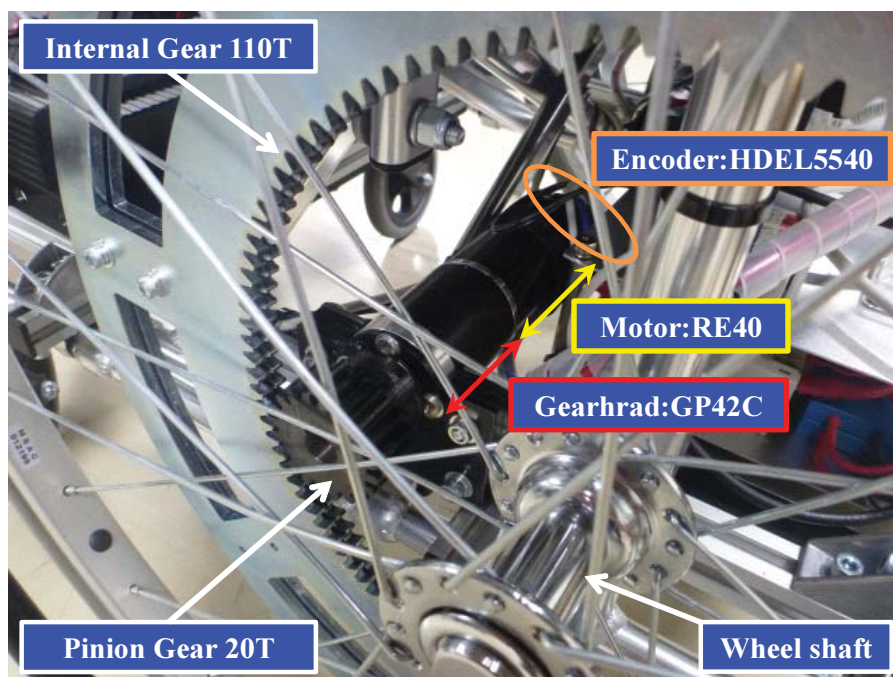


図 4.14: 車輪の電動化機構

4.3.4 内界センサの実装

CARTIS TypeW では、ロータリーエンコーダ付きコアレス DC モータを採用しているため、プラットフォームの速度の計測にはこれを使用する。CARTIS TypeS では、角速度の計測に光ファイバジャイロを用いた。光ファイバジャイロは出力のドリフトが少なく、長時間にわたって積算し角度を計算しても累積誤差が少ないが、その価格は高額である。そこで CARTIS TypeW には最新の MEMS 技術と組み込み技術が用いられた IMU (Microinfinity R1350N, 図 4.15) を用いることとした。R1350N は、内部のセンサからの角速度値を自動でキャリブレーションし、さらにカルマンフィルタを用いてモジュール内で角速度値のノイズをフィルタリングする機能を持っている。この IMU はドリフトが $10^{\circ}/h$ 程度であり、CARTIS TypeS に搭載した光ファイバジャイロと同程度の精度で角速度と積算した角度を得ることが可能となっている。これらの二種類のエンコーダと IMU を組み合わせ、CARTIS TypeS と同様にジャイロオドメトリを実装した。

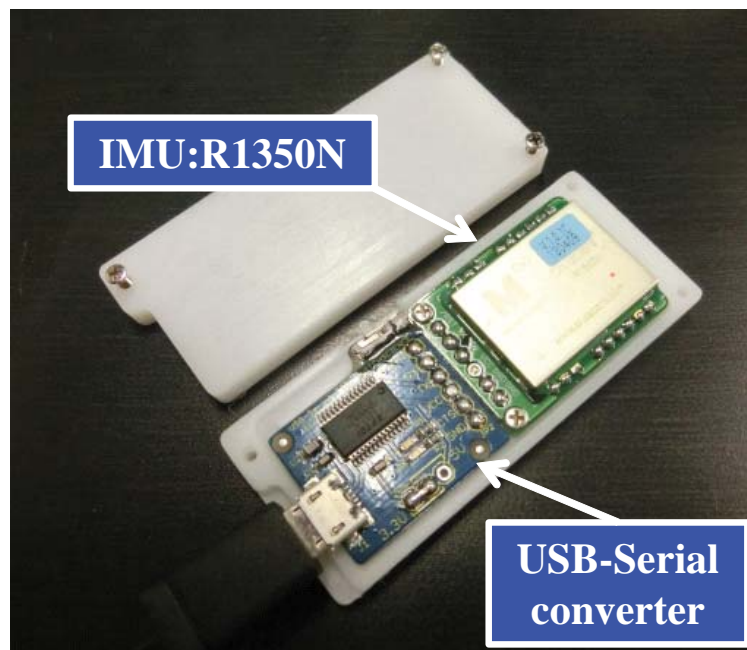


図 4.15: R1350N を USB シリアル変換器を組み合わせた IMU ユニット

4.3.5 外界センサの実装

CARTIS TypeS では、詳細な周辺情報を観測する目的と、観測情報のオクルージョンを抑止する目的で、LRS を合計 4 個使用していた。しかし、CARTIS TypeW では、後方にアルミフレームで構築したセンサ実装レールが設置されており、様々なセンサを後から拡張して設置できるよう設計されている。このため、最低限の実装として障害物回避用に LRS 一個を前方の低所に設置するとした。設置した LRS は Top-URG で、その配置とそのスキャンエリアを図 4.16(a)(b) に示す。後方のセンサ実装レール上には、カメラセンサ (ASUS Xtion PRO LIVE) を設置した。GPS には CARTIS TypeS と同じ GPS (Global Sat アンタレス BU-353 (図 4.9)) を用いており、最も GPS 信号を受信しやすいと考えられるプラットフォームの最上部に設置した。

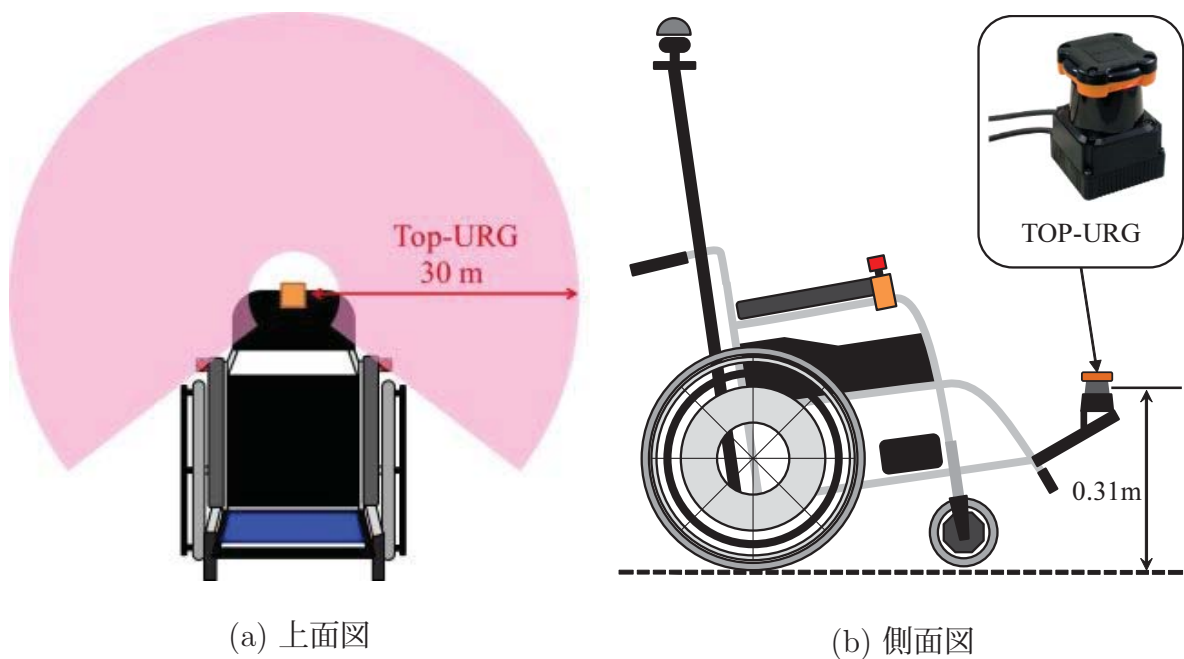


図 4.16: LRS の配置と観測範囲

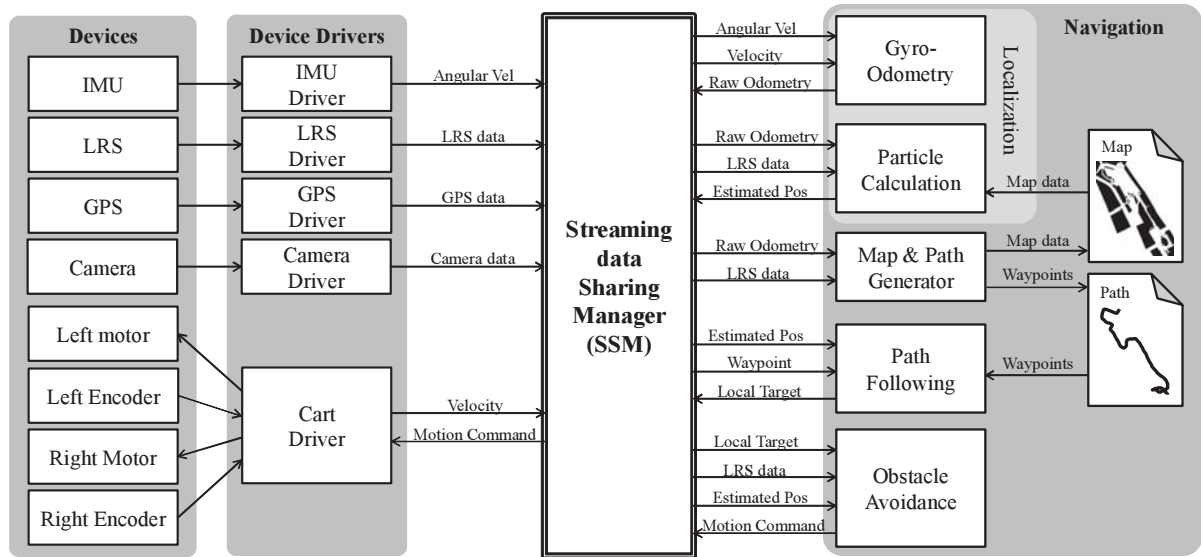


図 4.17: CARTIS TypeW のソフトウェア構成

4.3.6 ソフトウェア構成

基本的な構成は CARTIS TypeS と同様である。センサ・デバイス・ナビゲーションソフトウェア間のデータ共有化には、「Streaming data Sharing Manager (Sensor Sharing Manager:SSM)」を使用している。図 4.17 にその CARTIS TypeW のソフトウェア構成を示した。図 4.17 で CARTIS TypeS と異なる点はデバイスとそのデバイスに対応したデバイスドライバに変更されているのみとなっている。

4.4 基本ナビゲーション機能の実装

本節では、知能化移動プラットフォームに基本ナビゲーション機能として搭載した自己位置推定、経路計画/追従、障害物回避について述べる。開発した知能化移動プラットフォームを用いて、様々な移動サービスのアプリケーションを研究開発するためには、実環境でロバストに機能するナビゲーション機能が必要である。サービスを実施する移動環境は、多数の人や物が往来する実環境となるので、外乱の多い環境の中で位置を見失わ

ず、設定した移動経路を移動し、移動経路上に発生した人や物を確実に回避できる機能が必要となる。上記の機能が満たされれば、具体的な手法・実装に関して問題ではない。開発した知能化移動プラットフォーム CARTIS typeS と CARTIS typeW には、一例として上記の機能を満たした以下のようなナビゲーション機能を基本ナビゲーション機能として実装した。

1. 未知の障害物が多数発生する実環境でロバストな自己位置推定を行う機能。
2. 事前に与えた経路に対し、経路から一定距離以上逸脱しないようにローカルな目標を決定し、移動を行う経路追従機能。
3. 移動経路上に発生した障害物に対して、最も接触する可能性の低い方向を判断して移動する障害物回避機能。

以降では、実装した基本ナビゲーション機能の概要について簡単に述べ、詳細はそれぞれの参考文献を引用する形式とした。

4.4.1 自己位置推定機能

自己位置推定には、一般的に衛星による測位を用いた GPS 方式や環境地図とセンサによる観測データとのマッチングによる地図方式がある。GPS 方式は屋外で有効であるが、衛星からの信号を受信しにくい場所では精度が下がり、屋内では有効な測位ができない。一方地図方式は、屋内外で周囲に観測できる固定物体があれば、自己位置を推定できるという利点を持つ。この点が開発する知能化移動プラットフォームの活動する環境に適しているので、自己位置推定機能にはこの地図方式を採用することとした。しかし、一般的にこの地図方式を実環境で用いると、歩行者などの未知の障害物によるオクルージョンが原因で周辺環境の情報を正しく観測できないことがある。このため観測データと環境地図をマッチングできず、自己位置推定の精度におおきな誤差を与え、最終的に自己位置を見

失う。この問題を解決するため、未知の障害物が多数発生する実環境でロバストな自己位置推定を行う手法を共同で研究した。具体的には、LRSのレーザーが物体を貫通しないというモデル [28] を基に、環境地図を二値画像化し、同様に二値画像化した観測情報とマップマッチングを行い、パーティクルフィルタを用いて位置推定を行う手法となっている [29]。

4.4.2 経路計画/追従機能

経路を移動する機能は、経路計画と経路追従という二つの機能から成っている。経路計画の一般的な手法としてはセンサから得られた地図データや周囲の環境情報から機械的なアルゴリズムによって経路を作成する手法と、人間が手動で事前に与える手法がある。本研究では、経路移動の基本機能として実装するため、このような機能は単純で利用が簡単な手法が望ましい。そのため人間が事前に経路を手動で与える方法を採用した。具体的には、地図情報からロボットが通過する位置と姿勢の座標列をテキストデータとして与えればよく、地図情報から人間が手動で座標を抽出するか、もしくは事前に教示走行を行う実装とした。

経路追従の手法には、大きく分けて一般的に二つの手法がある。一つ目は経路からの位置・姿勢のずれをフィードバックして追従する手法である。二つ目は事前に与えられた経路の前方にローカルな目標点を決めて追従を行う手法である。この二つの手法の違いは、経路からのずれに対して追従を行うフィードバックのゲインがロボットに依存するかしないかという点である。前者はロボットの機構・重量・アクチュエータの仕様にフィードバックのゲインが依存し、経路を追従させるためにはロボットごとに調整が必要となる。後者は経路への追従のゲインは、目標点までの距離に依存する振る舞いとなる。つまりローカルな目標点までの距離が近いとゲインが大きく、距離が遠いとゲインが小さくなる。このため、後者の手法は経路追従の機能がロボットごとに依存しない手法といえる。今回はステアリング機構を持つカート型と左右独立二輪の車椅子型の二つのロボットに実装を行うた

め、後者の手法が適していると判断し採用することとした。しかし、後者の手法にも欠点の一つある。基本的にはゲインが適当となる前方のローカルな目標点を設定するが、目標点が前方にあるため曲がった経路に対しては経路のショートカットを誘発する。そこで開発した知能化移動プラットフォームには、この問題を解決した経路から一定距離以上逸脱しないよう経路上のローカルな目標を自動的に決定する経路追従手法を実装した。

図 4.18 は電動カート为例にした経路追従の概要である。ロボットの現在位置から最も近い経路上の点を最近傍点とし、最近傍点から経路に沿って距離 l 離れた場所にローカルな目標点を設定する。ロボットはその目標点に向かって操舵し移動する。目標点を遠くに設定した場合には、ゲインが小さく緩やかに経路を追従するが、経路の曲率が大きい場合には経路を大きくショートカットする。一方、目標点を近くに設定した場合には、ゲインが大きく速やかな挙動で経路を追従しショートカットを抑制できるが、ゲインが大きいのでロボットの挙動が不安定になりやすい。つまり、経路の曲率が小さい場合には、目標点を遠くに設定し (図 4.18(a))、経路の曲率が大きい場合には、目標点を近くに設定すると (図 4.18(b))、経路から一定以上逸脱しないようショートカットを制限しつつ経路を追従することができる。そこで、まず経路の曲率とローカルな目標までの距離 l とショートカット量に注目し、双方の幾何的な関係を定式化した。そして、この定式化した関係を用いて経路の曲率からショートカット量を予測し、定量的に設定した距離以上、経路から逸脱しないローカルな目標を自動的に決定する手法を実現した [30]。

4.4.3 障害物回避機能

想定している環境では、歩行者や自転車といった移動障害物だけでなく、一時的に駐車している作業車両等、様々な種類の障害物の発生が想定される。しかし個々の障害物の識別を正確に行い適切な回避を行うことは難しく、また障害物発生的前提条件も与えにくい状況では 100% の確実な回避を保障することも困難である。そこで、実装する機能は移動経路上の障害物に対して、最も接触する可能性の低い方向を判断して移動する障害物回避

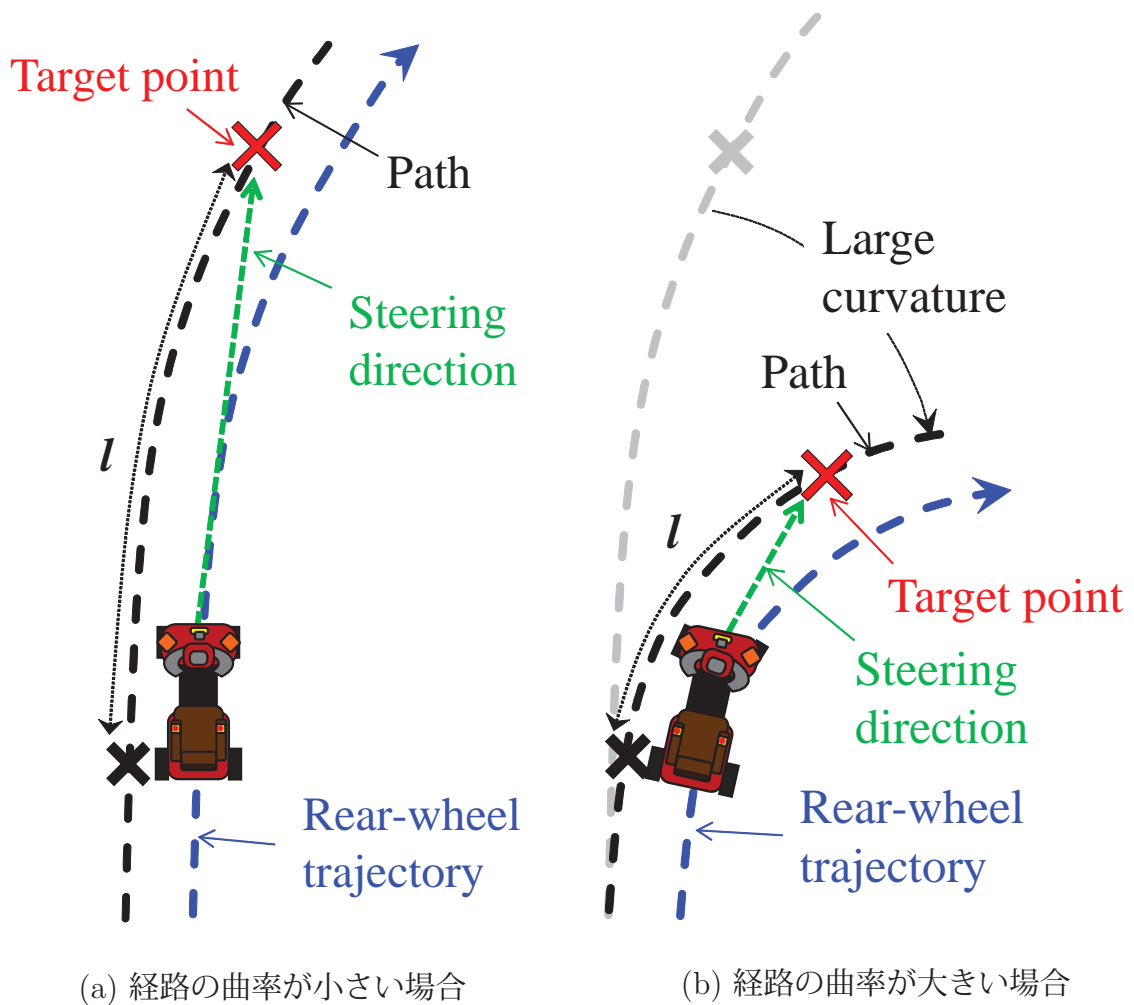


図 4.18: 経路の曲率とローカルな目標までの距離の関係

とした。具体的には、観測された周囲の物体の観測情報を基に 1° ごとの各ステアリング角度（進行方向）に対してスコア付けを行い、スコアが最も高い角度にステアリングを切り、スコアに比例した速度で進む。またこの回避機能は、人間工学的な知見も参考にされている。具体的には、人間が静止障害物の回避を開始する距離を参考として実装が成されている。人間工学的な知見に基づく 5 m 前後が回避開始距離となる [31]。当初はこの距離を回避距離を設定していたが、移動サービスの想定環境では屋内の狭所空間の通過や多数の人に囲まれる状況が発生するため、最新の実装では 3 m の回避開始距離としている。周囲の観測情報の取得には LRS を用いる。CARTIS typeW では、車両前方低所に搭載し

た物を用いて実装しており，CARTIS typeS では，その四輪ステアリング車両の特性として旋回時に内輪差や外輪差が発生するので，内輪差や外輪差も考慮に入れ， 1° ごとの各ステアリング角度に対してスコアリングする実装となっている．現在までに，自律回避機能として実装した例 [32] と手動走行時に回避アシストを行う例 [33] を発表している．

4.5 まとめ

本章では，提案した知能化移動プラットフォームのシステム構成に基づき開発した電動カート型と電動車椅子型の知能化移動プラットフォームについて述べ，開発した知能化移動プラットフォーム上に基本機能として提供したナビゲーション機能についても述べた．

開発した電動カート型知能化移動プラットフォームについては，まずその概要を述べ，つぎに電動カートのロボット化について詳細に述べた．電動カートのロボット化では，人と一緒に活動する環境の中で活動するため，大きく外観を変更しないで改造することによって，市販品としてデザインされている安全性を確保しつつ，屋外の移動環境に対する走破性を確保した．また屋外環境を走行する上で信頼性の高いハードウェアの実装として振動対策や電源を分離する電装系設計と，コンパクトな電動ステアリングの実装についても述べた．内界センサの実装では，特に姿勢方向の累積誤差を減少させるため光ファイバジャイロを選択することについて述べた．外界センサの実装では，自己位置推定や障害物回避に欠かせない LRS の配置について，全周囲の観測と前方低所および電動カート特有の内輪差となる領域について観測できる配置が重要となることを述べた．最後にソフトウェア構成として，様々なセンサ・デバイスのドライバやモジュール化したナビゲーションソフトウェアの情報を簡単に共有化するためのシステムを導入した．この実装によって新たなセンサ・デバイス・ナビゲーションソフトウェアの変更・追加が容易であり，かつ多人数で効率的にソフトウェアの開発が可能なソフトウェア構成を実現した．

電動車椅子型知能化移動プラットフォームについても，まずその概要を述べ，つぎに車椅子のロボット化について詳細に述べた．車椅子のロボット化では，CARTIS TypeS と

同様に大きく外観を変更しないで改造しつつ，さらに軽量化を目的とした実装を行った．また，センサを変更・追加が容易に可能なセンサ実装レーンを車両後方に構築する改造を行った．これにより，輸送が簡単でナビゲーション機能の変更や拡張性が高いベースプラットフォームの改造を行うことができた．また市販の車椅子を改造するために，車輪の電動化について工夫しなければならない点について述べた．搭載した内界センサについては，光ファイバジャイロの代わりに，安価で高性能なIMUを用いたことを述べた．外界センサの実装では，センサ実装レーンの拡張性を考慮し，最低限必要な実装としてのLRS・カメラセンサ・GPSの搭載について述べた．

最後に，開発した知能化移動プラットフォームに搭載した基本ナビゲーション機能について述べた．五章では，本章で開発した知能化移動プラットフォームの動作検証を屋内外の実環境で行い，提案したシステム構成の有効性の検証と評価について述べる．

第5章 知能化移動プラットフォームの有効性評価

本章では、開発した知能化移動プラットフォームの有効性の検証と評価について述べる。本研究の目的は、知能化移動プラットフォームとして有効なシステム構成を明らかにし、そのシステム構成に基づき実際に知能化移動プラットフォームの開発を行うことで、知能化移動プラットフォームの有効性を明らかにすることである。

本章までに、提案したシステム構成に基づく、二つの使用場面に応じた知能化移動プラットフォームを開発した。開発した二つの知能化移動プラットフォームを基に提案したシステム構成の有効性を評価するためには、まず、提案したシステム構成によって実装された知能化移動プラットフォームが想定された環境で、十分な自律移動性能を発揮できるか確認する必要がある。この自律移動性能の評価とは、実装したハードウェアのシステム構成、つまり搭載したセンサやデバイスが有効に働くことはもとより、実験を行うプラットフォームとして実装したハードウェアのロバスト性も確認することである。また搭載した基本ナビゲーション機能も有効に動作するか確認が必要である。さらに、これらの動作検証を行った知能化移動プラットフォームが、実際にどの程度移動サービスに関する研究で利用されたかその実績を調査する。そしてそれらの実績を上げることを可能とした要因が、一章で述べたシステム要件と三章・四章で述べたシステムデザインとその実装によるか考察することで提案したシステム構成と実際に開発した知能化移動プラットフォームの有効性を評価することができる。

以降では、構築した CARTIS typeS と CARTIS typeW の双方において、想定した移動

サービス環境で、上記の有効性評価のために行った動作検証の結果と智能化移動プラットフォームを用いた研究実績およびその成果の考察について述べる。

5.1 電動カート型智能化移動プラットフォームの動作検証

本節では、電動カート型智能化移動プラットフォーム CARTIS typeS の動作検証を述べる。CARTIS typeS は、屋外を中心とした移動サービスを想定している。想定する環境に適した実験フィールドは多くないが、このような目的のために現在つくばロボット特区として、実験フィールドが公開されている。この地域では、2007年から「つくばチャレンジ」として、屋外での実環境の公開実験が実施されてきた。CARTIS typeS は、この「つくばチャレンジ」を通して動作検証を行った。本節で述べる動作検証は、2011年に開催されたつくばチャレンジの実施期間である7月から11月にかけて行った。つくばチャレンジのフィールドは、一般の歩行者や自転車が往来する実環境であり、ロボットが走行するために新たなセンサ等を環境に設置することは許可されていない。つくばチャレンジ2011における実験フィールド中の課題コースは、つくば市の中央公園を通る屋内外の約1.4 kmの区間である。該当区間には、林道・遊歩道・エレベータ・屋内・傾斜のあるスロープ等がある。図5.1に2011年11月15日から16日に撮影したそれらの区間の写真を示す。この移動環境は、想定している電動カート型智能化移動プラットフォームの活動環境に近く、動作検証に適している。以降では、その動作検証の結果と考察について述べる。

始めに実装したハードウェアの動作検証について述べる。実装したハードウェアは、四章で述べたように提案したシステム構成に基づき、電装系の安定化施策や振動・衝撃対策を実施しており想定している環境を走行する上でロバスト性の向上を図っている。つくばチャレンジ2011では、本走行が開催される2011年7月から2011年11月16日までに9回の実験走行日が設定されており、CARTIS TypeS は、本走行を含むすべての実験走行会に参加した。毎回の試走会では、課題コースを用いて実験を行い、計6 km以上の走行を行った。また本走行や大学内の試走も含めると、現在までに100 km以上を走破してい



図 5.1: つくばチャレンジ 2011 における課題コースの風景

る。CARTIS TypeS はこの間、機構および電装系のトラブルを起こさず、実装したハードウェアに起因した問題は発生しなかった。また、課題コース中の林道区間では天候や季節によって落ち葉や枝が路面に溜まっていることがある。遊歩道やスロープ付近では、2 cm 程度の段差を踏破した。構築したプラットフォームは、そのような緩い路面の通過時にスタックすることはなく、段差踏破時の衝撃に対しても問題は発生しなかった。これらの結果より、実装したハードウェアのロバスト性が確認できた。

つぎに、実装した基本ナビゲーションシステムの動作検証について述べる。2011年11月15日に開催された最終実証走行会（トライアル走行時）において、構築した CARTIS TypeS は平均時速 3.6 km/h で走行し、課題コースを走破してゴールまで到達した。これ

は実装した基本ナビゲーション機能が想定した環境に対してロバストに動作したことを示している。図 5.2 に走行時の自己位置推定の結果を示す。各番号は図 5.1 の各シーンに対応している。黒色の点線は、事前の手動走行により準備した経路であり、青色の実線がジャイロオドメトリ、赤色の実線が自己位置推定の結果である。ゴール地点まで、安定して自己位置推定できていることが確認できる。ジャイロオドメトリの精度も概ね良好であったが、拡大した折り返し地点の付近では、1 km 程度の走行により大きな累積誤差となっていることがわかる。

障害物回避機能の動作検証については、課題コース中の特徴的な環境によって該当機能が動作した一例を挙げて述べる。ゴール手前の図 5.1⑥ のスロープ区間には水平設置の LRS では観測できない低所に岩が張り出している (図 5.3(a))。CARTIS TypeS がこの付近を走行しているときの様子と、LRS の観測結果を図 5.3(b) に示す。図 5.3(b) は 1 ° ごとのステアリングスコアを表しており、スコアが小さい方向は危険度が大きいことを示している。車両前方に設置した 3D-LRS によって、車両右側面低所付近の岩を観測できており、右方向のステアリングスコアが小さくなっていることがわかる。結果的に自己位置推定が精度良く行われていたため、崖や岩を大きく回避する様子は見られなかったが、仮に自己位置推定精度が低く、岩に接近した場合は右方向のハンドル角度に対するスコアリングが十分に小さくなっているため、安全に回避することができたと考えられる。

またここで、構築した知能化移動プラットフォーム上に新たな移動サービスに関する機能を実装することで、アプリケーション開発としてシステムを拡張した事例の一つ述べる。つくばチャレンジ 2011 では、図 5.1④ のとおりエレベータに搭乗しなければならないシーンがある。この課題は、実装した基本ナビゲーション機能だけでは解決することはできない。そのため新たにエレベータ搭乗機能を一つの簡単な上位機能として構築し、システムに追加することでエレベータ搭乗を実現した。エレベータ搭乗機能は、エレベータの前までに到着すると自動的に実行される。基本ナビゲーション機能を使用しつつ、エレベータの扉の開閉確認および車両の後退・停止および発進の指示をシーケンス的に実行す

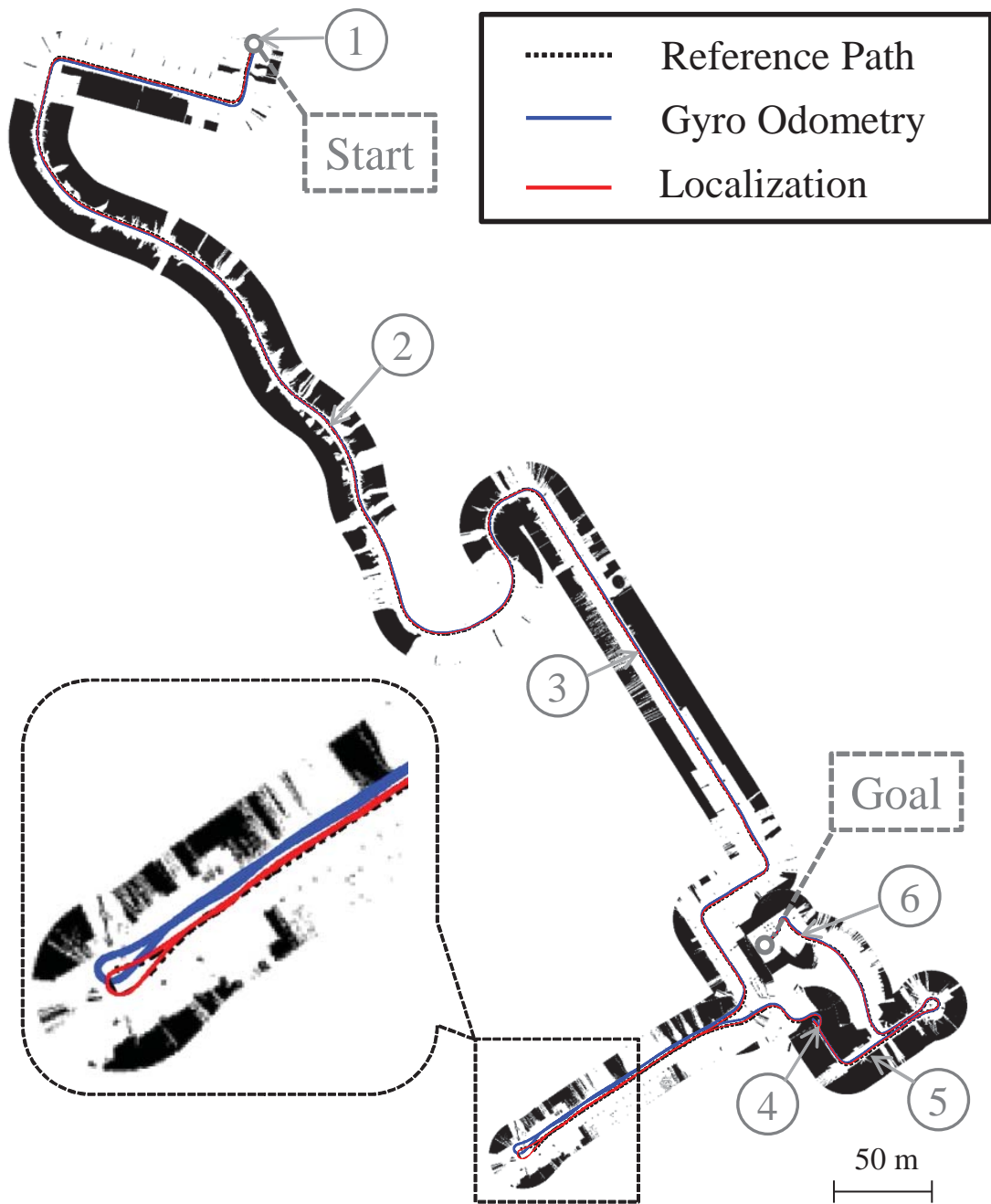
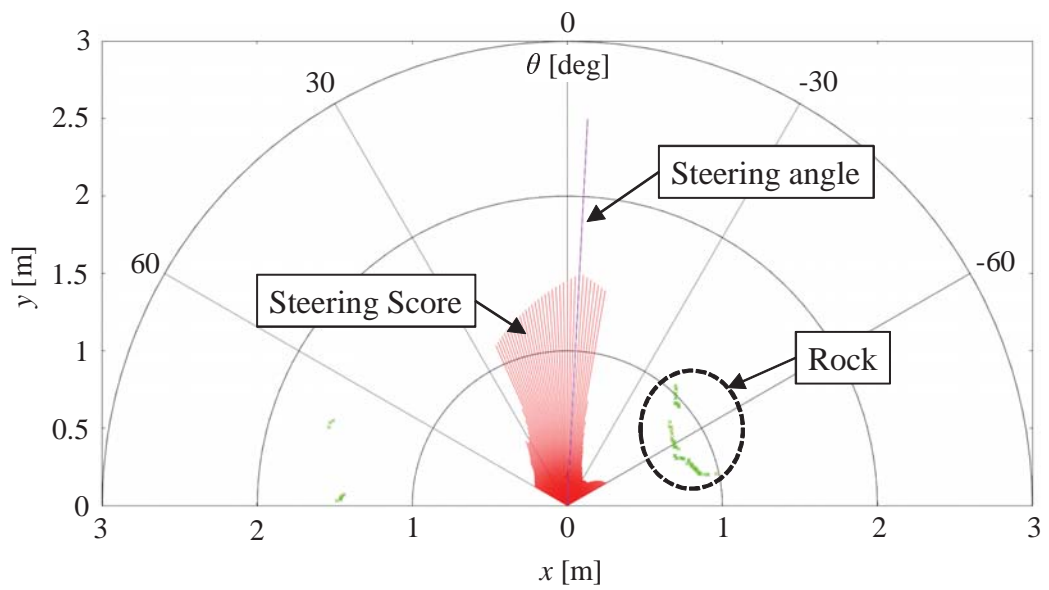


図 5.2: 自己位置推定の結果から得られたロボットの移動軌跡



(a) スロープ中に張り出した岩



(b) ステアリングスコア

図 5.3: スロープ中の岩に対応した障害物回避の一例

る機能となっている。実際にこの機能を使用し、本走行を含めて十数回のエレベータ搭乗に成功した。

以上の結果から、電動カート型知能化移動プラットフォームは、想定した移動サービスを行う環境に対して、実装したハードウェアと搭載したナビゲーション機能が有効に動作し、十分な自律移動性能を有していることを確認した。

5.2 電動車椅子型知能化移動プラットフォームの動作検証

本節では、電動車椅子型知能化移動プラットフォーム CARTIS typeW の動作検証を述べる。CARTIS typeW は屋内外をシームレスに移動する環境での移動サービスを想定して構築した。本学キャンパス内は人や自転車が往来する中、屋内と屋外を移動する環境となっている。この移動環境は、想定している電動車椅子型知能化移動プラットフォームの活動環境に近く、実験フィールドとして適している。よって本学のキャンパス内に屋外と屋内をシームレスに移動する課題コースを設定した。以降では、設定した課題コースの説明とそのフィールドでの動作検証について述べる。

図 5.4 に、設定した課題コースと付近の様子を示す。課題コースは本学西キャンパスに設定した。航空写真上の黄色の実線が課題コースを示しており、黄色の矢印の方向が進行方向である。課題コースは、まず食堂付近の自転車置き場の脇をスタートし、本学西キャンパス内の西 5 号館を一周する。そして西 10 号館入り口脇のスロープを上り、自動ドアを通過した後の屋内に設置された談話室をゴールとした。全長約 223 m のコースとなっている。

まず、構築した CARTIS typeW に実装したハードウェアの動作検証について述べる。CARTIS typeW は、2013 年に入ってから開発がスタートし現在に至る。CARTIS typeS と比べると動作検証の期間が短い。現在までに、動作検証用の課題コースとテストとして走行した本学キャンパス内の実験走行距離の総延長は約 5 km 程度である。現状では、CARTIS TypeS と同様に機構および電装系のトラブルは無く、実装したハードウェアに

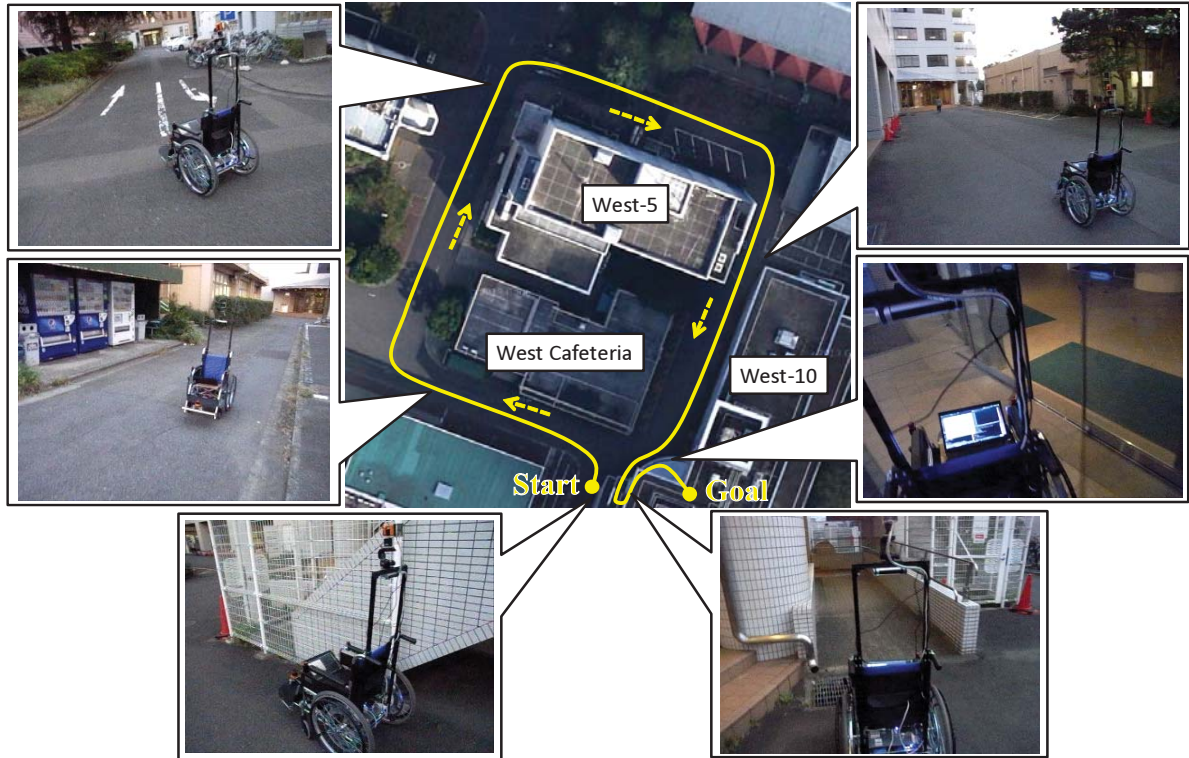


図 5.4: 本学キャンパス内に設定した実験フィールド

起因した問題は発生していない。動作検証期間が短いので、実装したハードウェアのロバスト性を明確に示すことはできないが、CARTIS typeS と同様に提案するシステム構成に基づいて開発を行ったため、一定のロバスト性を有していることが期待できる。

始めに、実装した基本ナビゲーション機能の動作検証について述べる。図 5.5 は、この課題コースを走行したときの自己位置推定の結果である。そのときの走行の様子が、先の図 5.4 の周囲に配置した写真となっている。黒色の点線は、事前の手動走行により準備した経路であり、青色の実線がジャイロオドメトリ、赤色の実線が自己位置推定の結果を示している。ゴール地点まで、安定して自己位置推定を行えていることが確認できる。ジャイロオドメトリは走行距離が短いため、累積誤差が少ないがゴール付近では 1 m 程度の累積誤差となっていることがわかる。障害物回避機能は、狭所のスロープ区間の走行や自動ドアの通過において有効に動作した。

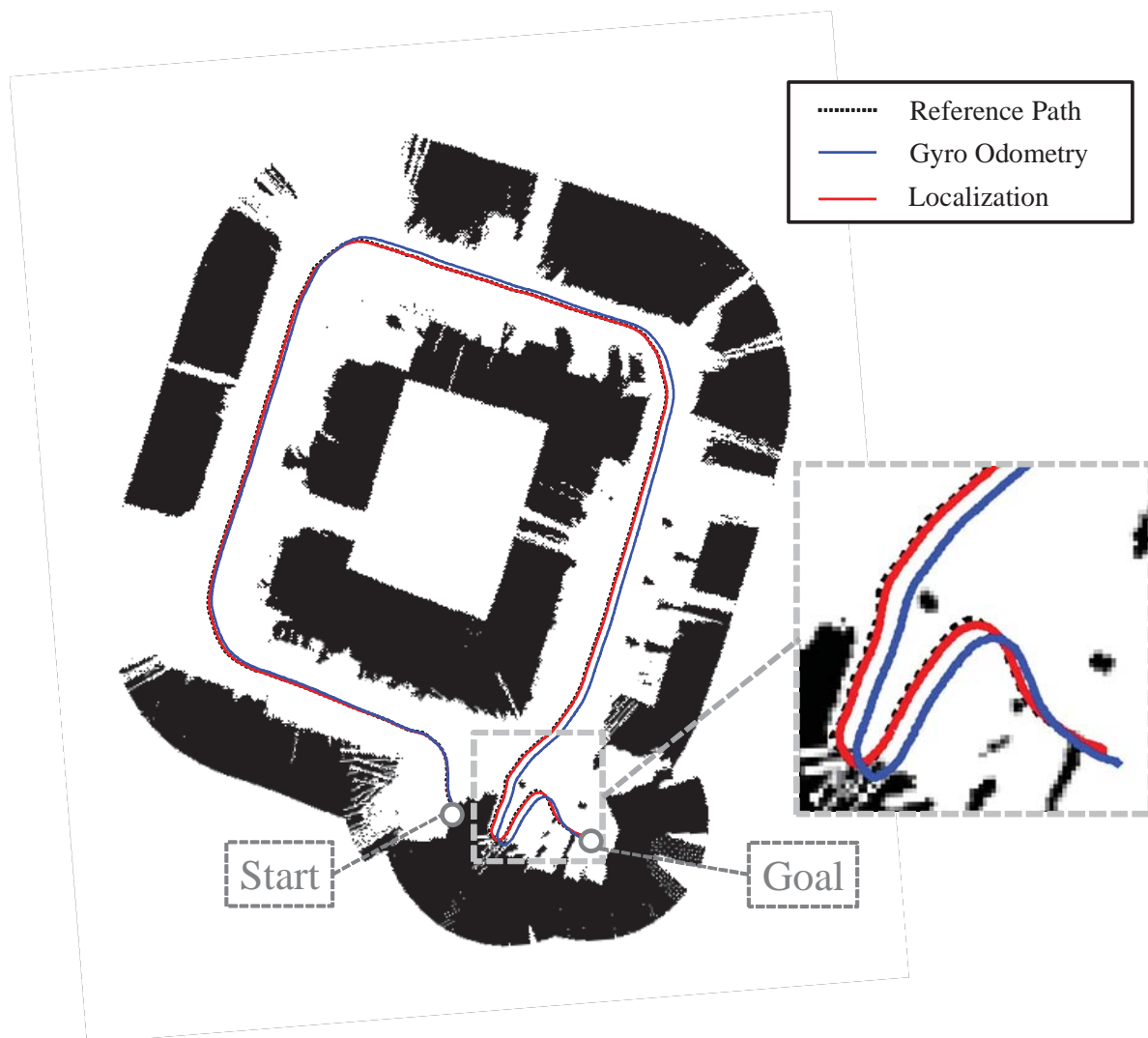


図 5.5: 自己位置推定の結果から得られたロボットの移動軌跡

以上の結果から、電動車椅子型知能化移動プラットフォームも、想定した移動サービスを行う環境に対して、実装したハードウェアと搭載したナビゲーション機能が有効に動作し、十分な自律移動性能を有していることを確認した。

5.3 知能化移動プラットフォームを用いた研究実績とその要因の考察

本節では、開発した知能化移動プラットフォームを用いて行われた移動サービスに関する研究開発実績を述べる。また一章で述べたシステム要件と三章・四章で述べたシステム要件を満たす要求と実装がどのようにそれらの研究実績に繋がったか考察を行う。そしてその結果から提案したシステム構成と実際に開発した知能化移動プラットフォームの有効性を示す。

5.3.1 知能化移動プラットフォームを用いた研究実績

以下に、開発した知能化移動プラットフォームを用いて行われた移動サービスに関する研究開発の実績として、筆者以外の研究実績を以下に示す。次節での考察のために、それぞれの文献には(1)～(11)の文献番号を振った。

[論 文]

- (1) 富沢 哲雄, 村松 聡, 平井 雅尊, 佐藤 晶則, 工藤 俊亮, 末廣 尚士, “グリッドマップマッチングに基づく未知障害物にロバストな自己位置推定,” 日本ロボット学会誌, vol. 30 no.3, pp. 280 - 286, 2012
- (2) Tetsuo Tomizawa, Satoshi Muramatsu, Masanori Sato, Masataka Hirai, Shunsuke Kodoh, Takashi Suehiro “Development of an Intelligent Senior-Car in a Pedestrian Walkway,” Advanced Robotics Vol 26 (14), pp. 1577 - 1602, 2012

[国際会議]

- (3) Masanori Sato, Tetsuo Tomizawa, Shunsuke Kudoh and Takashi Suehiro, “Development of a Collision-Avoidance Assist System for an Electric Cart,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics, pp. 337 - 342, 2011
- (4) Satoshi Muramatsu, Tetsuo Tomizawa, Shunsuke Kodoh, Takashi Suehiro, “A localization based on a space observation model in a crowded environment,” in Proc. of IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics, pp. 397 - 402, 2012

[国内会議]

- (5) 富沢 哲雄, 平井 雅尊, 村松 聡, 岩井 純一, 佐藤 晶則, 御堂丸 圭介, 工藤 俊亮, 末廣 尚士, “公共空間を自律移動する電動カートの開発,” つくばチャレンジシン 2010 ポジウム開催記念シンポジウム, pp. 29 - 30, 2011
- (6) 富沢 哲雄, 平井 雅尊, 村松 聡, 岩井 純一, 佐藤 晶則, 御堂丸 圭介, 工藤 俊亮, 末廣 尚士, “公共空間を自律移動する電動カートの開発—自由空間形状の画像マッチングによる未知障害物にロバストな自己位置推定,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 ’ 11, 2A1-M04, 2011
- (7) 佐藤 晶則, 平井 雅尊, 富沢 哲雄, 工藤 俊亮, 末廣 尚士, “四輪車両型自律移動ロボットの特性を考慮したリアルタイムな障害物回避,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 ’ 11, 1P1-K13, 2011
- (8) 佐藤 晶則, 富沢 哲雄, 工藤 俊亮, 末廣 尚士, “危険回避アシストシステムを有する電動カートの開発,” 第 30 回日本ロボット学会学術講演会, 1H2-4, 2012
- (9) 大谷 洋介, 村松 聡, 平井 雅尊, 佐藤 晶則, 富沢 哲雄, 工藤 俊亮, 末廣 尚士, “公共空間を自律移動する電動カートの開発-自由空間領域モデルの 3 次元拡張と四輪車両特

有の障害物回避,” 第 12 回計測自動制御学会 システムインテグレーション部門講演会, 3O1-1, pp. 2468 - 2471, 2011

(10) 村松 聡, 平井 雅尊, 佐藤 昌則, 大谷 洋介, 富沢 哲雄, 工藤 俊亮, 末廣 尚士, “三次元拡張された空間観測モデルに基づく移動ロボットの自己位置推定,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 ’12, 2A1-L07, 2012

(11) 町田 英嗣, 赤松 駿一, 今田 光, 園部 雄万, 宇土沢 直幾, 富沢 哲雄, “効率的に市街地を巡回走行して対象人物を探索するシステムの開発,” 第 14 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会, 1A4-6, 2013

総計を取ると全 11 件となる。内訳は論文誌が 2 件, 国際会議での発表が 2 件, 国内会議での発表が 7 件となっている。

5.3.2 研究実績と成果に繋がった要因の考察

一章で述べたシステム要件は以下のとおりであった。

- I. 移動サービスに関する研究開発を容易とするため, 基本的なナビゲーション機能が搭載されていること。
- II. 移動サービスに関するアプリケーションの研究開発を行うため, 必要に応じてナビゲーション機能の変更や追加が可能なこと。
- III. 上記研究開発のために必要な個々のナビゲーション機能の研究が行えること。
- IV. ナビゲーション機能の研究のために必要とされるセンサー・デバイス・計算機が搭載されていること。
- V. 必要に応じて上記の機器の変更や追加が可能なこと。

- VI. 提案するシステムを機能させるため、信頼性の高いハードウェアの実装を必要とすること。
- VII. 提案するシステムのソフトウェア構成は、ソフトウェアの追加・拡張が容易で、かつ多人数で効率的に開発が可能な仕組みとすること。
- VIII. 構築したハードウェアとソフトウェアのシステムを詳細に示すこと。

三章で述べたシステム要件に対する要求は以下のとおりであり、これらを満たす実装を四章で述べ実際の知能化移動プラットフォームを開発した。

- i. 移動サービスのアプリケーションの研究開発を容易に行えるよう、実環境でロバストに機能するナビゲーション機能を基本機能として搭載すること。
- ii. ベースプラットフォームを改造する際には、安全性を考えた外装設計やデザインが重要であること。
- iii. 搭載するナビゲーション機能は、自己位置推定・経路計画/追従・障害物回避といった機能群でモジュール化すること。
- iv. ソフトウェア構成にはミドルウェアやOSを採用すること。
- v. 外界センサとしてGPS・レーザーセンサ・カメラセンサを搭載すること。
- vi. 内界センサとしてジャイロセンサ・ロータリーエンコーダを搭載すること。
- vii. 上記のセンサを簡単に変更・追加できる拡張性を持たせる工夫を施すこと。
- viii. パワーエレクトロニクス系とセンシング・コントロール系の電源を分離し、特にUSBを代表とする通信系は計算機の手前で絶縁すること。
- ix. 搭載するセンサ・デバイス・計算機等は、振動対策を行った台車上に実装すること。

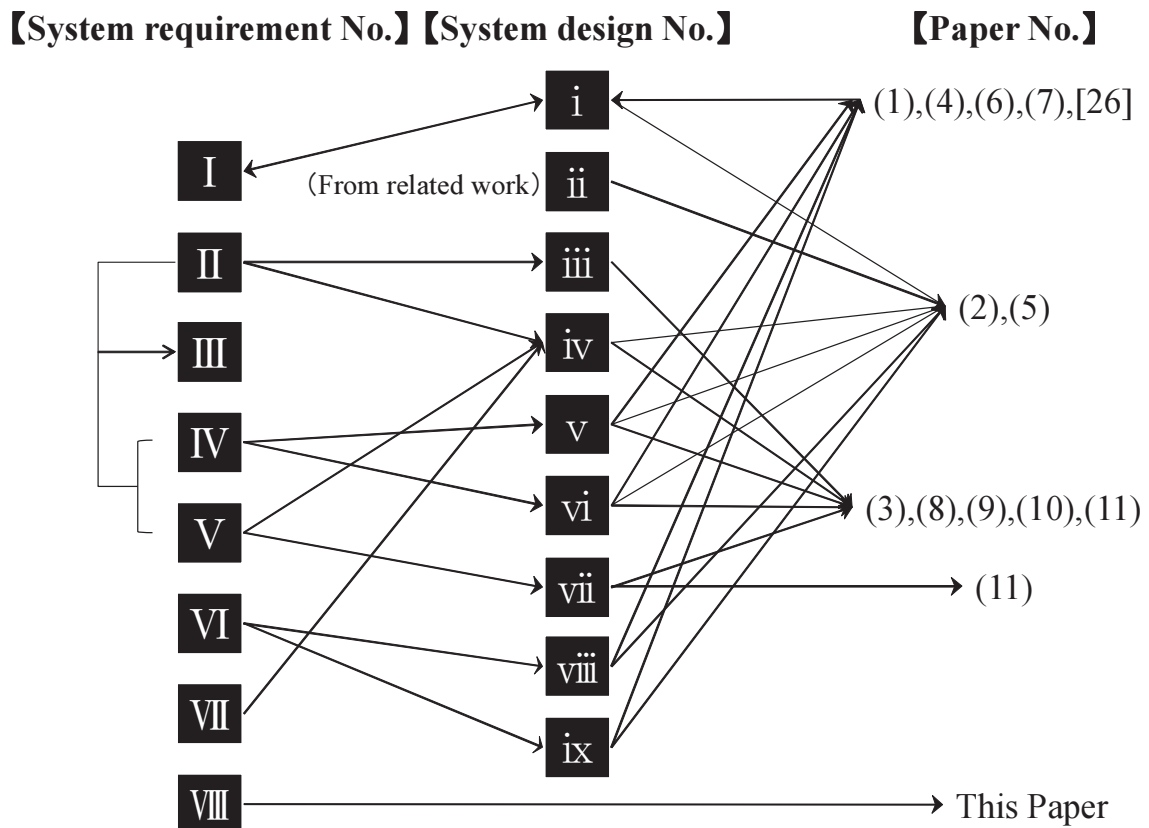


図 5.6: システム要件とシステムデザインおよびその実装と成果となった文献の関係

上記のシステム要件 (I~VIII) とシステムデザイン (i~ix) と成果となったそれぞれの文献の関係を表すと図 5.6 のようになる。以降では、この図を基に考察を述べる。

文献 (1)(4)(6)(7) および参考文献 [26] は、搭載した基本ナビゲーション機能に関する研究成果であり、四章で述べた知能化移動プラットフォーム開発と共に進んだ研究であった。その研究過程においては、システム要件 IV を満たすためのシステムデザインである v・vi の実装が成され、システム要件 VI を満たすためのシステムデザインである viii・ix が有効に機能したため達成した成果といえる。またこれらの研究成果は、システム要件 I を満たすためのシステムデザイン i そのものとなる。これらの結果からシステム要件 I・IV・VI を満たしたといえる。

文献(2)(5)は、本論文で述べた知能化移動プラットフォーム開発とその動作検証についての研究成果である。システム要件IVを満たすシステムデザインv・viおよびシステム要件VIIを満たすシステムデザインivを満たす実装が成され、先のシステムデザインviii・ixが機能しただけでなく、文献(1)(4)(6)(7)および参考文献[26]で研究された成果がシステム要件Iを満たすシステムデザインiに対する実装として搭載できたために得られた成果と考えられる。これらの結果からシステム要件I・IV・VIIを満たしたといえる。

文献(3)(8)(9)(10)は、着目した課題を解決する新しいナビゲーション機能の研究を行うため、基本ナビゲーション機能の一部を変更し、研究を行った事例に関する研究成果である。文献(11)は、ナビゲーション機能の一部を変更し、さらに上位機能として移動サービスアプリケーションが開発されシステムを拡張した事例に関する研究成果である。文献(3)(8)(9)(10)では搭載したセンサの変更は行っておらず、先に満たされたシステム要件IVとシステム要求IIを満たすシステムデザインiii・ivが有効に機能し、公開されたインターフェースに合わせ容易に基本ナビゲーション機能を新しく開発したナビゲーション機能に変更可能であったために得られた成果と考えられる。また文献(11)では、搭載したセンサの変更も行っている。システム要件Vを満たすシステムデザインviiの実装として、電動カート型知能化移動プラットフォームの前方にあるセンサ実装用のフレームが有効に機能した。センサ実装用フレームには新たにパンチルトカメラが実装され、人を探すという一種のアプリケーションが実装された。これらの結果からシステム要件II・Vを満たしたといえる。またここまでの結果からシステム要件II・IV・Vを満たし上記の成果がシステム要件IIIを満たしたことを示したといえる。

最後にシステム要件VIIIは現在まで述べてきた本論文の本論と、さらに本論で扱わなかったハードウェアの詳細な情報を付録にて記載し要件を満たしたとする。以上の考察より、提案したシステム構成を基に開発した知能化移動プラットフォームが、当初のシステム要件(I~VIII)を満たしていることを示しており、開発過程におけるハードウェアやソフトウェアの実装の成果も含めて、提案した知能化移動プラットフォーム有効性を示すこ

とができたといえる。

5.4 まとめ

本章では、開発した知能化移動プラットフォームの有効性の検証と評価について述べた。その有効性の評価は、以下の項目にしたがって行った。

1. それぞれの知能化移動プラットフォームが想定している移動サービスの実施環境で、実装したハードウェアと搭載したナビゲーション機能が有効に動作し、十分な自律移動性能を有しているか。
2. 開発した知能化移動プラットフォームを用いて行われた移動サービスに関する研究の実績は十分であるか。またそれらの研究実績が提案したシステム構成に起因しシステム構成が当初のシステム要件を満たしているか。

その結果、開発した CARTIS typeS と CARTIS typeW の二つの知能化移動プラットフォームは、双方が想定している活動環境で、十分な自律移動性能を発揮した。また知能化移動プラットフォームを用いた研究開発の実績も現在までに 11 件の成果があることを述べた。そしてそれらの研究実績は、一章で述べたシステム要件と三章・四章で述べたシステムデザインとその実装に起因し、システム構成が当初のシステム要件を満たしていることを確認した。これらの結果から提案したシステム構成と実際に開発した知能化移動プラットフォームの有効性を示すことができた。

第6章 結論

本論文では、移動サービスの個々の機能の研究からアプリケーションの研究開発まで可能な知能化移動プラットフォームのシステム構成を明らかにし、その提案に基づき実際に電動カートと車椅子をベースとした知能化移動プラットフォームの開発を行うことで、知能化移動プラットフォームの有効性を明らかにした。

二章では、開発する知能化移動プラットフォームのシステム要件に対して有効なシステム構成を提案するため、関連研究と、近年の国内における研究動向とつくばロボット特区で実施されている実証実験つくばチャレンジに対して調査を行った。その結果、ハードウェア構成・ソフトウェア構成・ナビゲーション機能に関して、実環境でロバストに機能するナビゲーション機能の提供・搭載すべき外界センサと内界センサ・ナビゲーション機能のモジュール化・信頼性の高いハードウェアの実装方法と効率的なソフトウェア開発に関する要求を明らかにした。

三章では、二章で得られた要求を、ハードウェア構成・ソフトウェア構成・ナビゲーション機能のそれぞれのレイヤーでまとめ、全体として提案する知能化移動プラットフォームのシステム構成を明らかにした。また提案した知能化移動プラットフォームの優位性を明らかにするため評価指標を設定し、関連研究の研究事例や有名な研究用プラットフォームおよび市販の移動プラットフォームと比較することで、その優位性を明らかにした。

四章では、提案した知能化移動プラットフォームのシステム構成に従い、電動カートと電動車椅子をベースプラットフォームとしてハードウェア・ソフトウェアの実装を行った。提案したシステム構成を実現するために行ったこれらの実装の詳細についても述べた。屋外環境を走行する上で信頼性の向上を目的とした振動・衝撃対策や電源を分離する電装系

設計，プラットフォームのロボット化といったハードウェア構成だけでなく，センサドライバとナビゲーションソフトウェアの情報を共有化するシステムを用いたソフトウェア構成についても述べた．また，四章では，開発した知能化移動プラットフォームを用いて，様々な移動サービスのアプリケーションを容易に研究開発するため，実環境でロバストに機能するナビゲーション機能を基本機能として提供することを述べ，基本ナビゲーション機能として搭載した自己位置推定・経路計画/追従・障害物回避について述べた．

五章では，提案したシステム構成と開発した知能化移動プラットフォームの有効性とその評価について述べた．その有効性の検証を行うため，以下の項目にしたがって評価を行った．

1. それぞれの知能化移動プラットフォームが想定している移動サービスの実施環境で，実装したハードウェアと搭載したナビゲーション機能が有効に動作し，十分な自律移動性能を有しているか．
2. 開発した知能化移動プラットフォームを用いて行われた移動サービスに関する研究の実績は十分であるか．またそれらの研究実績が提案したシステム構成に起因しシステム構成が当初のシステム要件を満たしているか．

電動カート型知能化移動プラットフォーム CARTIS typeS は現在までに，実験走行の総延長距離約 100 km を，ハードウェアに起因するトラブルを発生させずに走破し，実装したハードウェア構成のロバスト性を証明した．また，基本ナビゲーション機能として提供した自己位置推定・経路計画/追従・障害物回避機能も 2011 年に開催されたつくばチャレンジの実験フィールドで有効に機能し，1.4 km の屋外の実環境を自律走行できることを証明した．同様に電動車椅子型知能化移動プラットフォーム CARTIS type W の動作検証では，本学のキャンパス内に設置した屋内外のシームレスな移動が必要なコースで，十分な自律移動性能を示した．最後に，開発した知能化移動プラットフォームを用いて行われた研究実績では，筆者以外の研究実績が現在までに 11 件あることを述べた．そしてそれらの研究実績は，一章で述べたシステム要件と三章・四章で述べたシステムデザインとそ

の実装に起因し、システム構成が当初のシステム要件を満たしていることを確認した。これらの結果から提案したシステム構成と実際に開発した知能化移動プラットフォームの有効性を示すことができた。

本研究の成果は、様々な移動サービスの研究に関して、個々のナビゲーション機能の研究だけでなく、アプリケーションまで研究開発可能な知能化移動プラットフォームのシステム構成と、実際に提案したシステム構成を基に開発した知能化移動プラットフォームの有効性を示したことである。提案したシステム構成はその利点として、ハードウェア構成・ソフトウェア構成・ナビゲーション機能のそれぞれのレイヤーで独立に、変更・追加といった拡張性を有している。そのため、目的とする移動サービスの研究内容によって、それぞれの提案したレイヤーで利用することも可能である。また、提案したシステム構成は、知能化移動プラットフォームに求められる要求を基に設定された評価指標に対して、その他のプラットフォームと比べ優位性が高く新規性があることも示した。さらに提案したシステム構成を基に開発した電動カート型知能化移動プラットフォームと電動車椅子型知能化移動プラットフォームは、その開発過程で述べたハードウェアおよびソフトウェアのそれぞれに関する実装そのものも有効な知見である。

これらの成果により、多くの研究機関に所属する研究者だけでなく、大学の研究室で研究を行う学生を含む多くのユーザが、本研究で述べた知能化移動プラットフォームと同等の移動プラットフォームを利用することが可能となる。その結果、移動サービスに関する研究が、移動プラットフォーム構築と個々ナビゲーション機能の研究に留まらず、現在までに蓄積された研究成果が組み合わせられ、移動サービスのアプリケーションの研究開発へと繋がり、ロボットによる移動サービスが早期に実現することを期待している。

謝辞

博士後期課程から新しくロボットの研究分野にチャレンジすべく研究室に所属して4年間、多くの至らないことが有る中、熱心なご指導をしてくださいました末廣 尚士 教授ならびに工藤 俊亮 准教授、富沢 哲雄 助教に深く感謝いたします。

富沢 哲雄 助教には、つくばチャレンジを通じた移動ロボットの実証実験で、ロボットの構築だけでなく、学外で行うプロジェクトに参加させて頂いたことを感謝しております、また、学会や出張先での発表では、プレゼンテーションの指導だけでなく、研究だけに囚われない様々な新しい経験をする楽しさを教えて頂いたことに感謝しております。

工藤 俊亮 准教授には、研究における論理の構築の仕方や国際論文の執筆・国際学会でのプレゼンテーション等、英語が必要な場面で多大な指導をして頂きました。また研究の議論以外にも普段の研究生活の中でたわいもない雑談を一緒にして頂いたこと、とても楽しかったことが思い出深く感謝しております。

末廣 尚士 教授には、本論文をまとめるにあたり、多大なご指導を頂きました。また博士後期課程から新しくロボットの研究分野に進んだ私の至らないことについて、就学から進路まで多くの相談を受けて頂き、またご指導頂いたことを深く感謝しております。

博士後期課程の同期である村松 聡 氏とは、つくばチャレンジをはじめとして、多くのプロジェクトや学会等に共に参加しました。その高いソフトウェア技術を尊敬すると共に、度々助けて頂いたことを感謝しています。また、何事にも深刻にならない精神力の強さを身なりたいと思いました。同期としてお互いたくさん苦勞して多くのことを学んでいったことが思い出深いです。

サークル時代から付き合いの長い博士後期課程1年の松田 啓明 氏には研究上のロボッ

ト構築でたくさん助けられました。ロボットを製作するにあたり，工作室の整備を一緒に
行い，研究室で楽しくものづくりをしたことが思い出深いです。また，普段の研究室の生
活面でもとても楽しい思いをさせてもらいました。

本論文を執筆するにあたり，既卒の佐藤 晶則 氏，大谷 洋介 氏のお二人にはプロジェ
クトを同じくして活動し大変お世話になりました。また，一緒に研究室で生活を共にした
Trinh Van Vinh 氏，高橋 和宏 氏，林 直宏 氏，佐藤 雄也 氏，小川 雅也 氏（東京大学），
宇土沢 直幾 氏，片野 良太 氏，五味 知之 氏，坂井 昭文 氏，諏訪野 正平 氏，寺倉 佑樹
氏，西田 大樹 氏，平川 幹 氏，駱 奕昊 氏らには，楽しく研究室生活を送れたことを感
謝したいと思います。そのほか様々な方の支えにより研究室で頑張ることができました。
ここに深く感謝の意を示させていただきます，ありがとうございました。

参考文献

- [1] 大久保 剛史, “つくばモビリティロボット実験特区の目指すところ,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 13, 1P1-A04, 2013
- [2] 津川 定之, “自動車の自動運転システム” 日本ロボット学会誌 vol. 13 No. 7, pp. 946 - 949, 1995
- [3] Chuck Thorpe, Todd Jochem, and Dean Pomerleau, “The 1997 Automated Highway Demonstration,” 1997 International Symposium on Robotics Research, 1997
- [4] Chuck Thorpe, Todd Jochem, and Dean Pomerleau, “The 1997 Automated Highway Free Agent Demonstration,” IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, pp. 496 - 501, 1997
- [5] Sebastian Thrun, Mike Montemerlo, Hendrik Dahlkamp, David Stavens, Andrei Aron, James Diebel, Philip Fong, John Gale, Morgan Halpenny, Gabriel Hoffmann, Kenny Lau, Celia Oakley, Mark Palatucci, Vaughan Pratt, Pascal Stang, Sven Strohband, Cedric Dupont, Lars-Erik Jendrossek, Christian Koelen, Charles Markey, Carlo Rummel, Joe van Niekerk, Eric Jensen, Philippe Alessandrini, Gary Bradski, Bob Davies, Scott Ettinger, Adrian Kaehler, Ara Nefian and Pamela Mahoney, “Stanley: The Robot that Won the DARPA Grand Challenge,” Journal of Field Robotics, vol. 23, no. 6, pp. 661 - 629, 2006
- [6] Chris Urmson, Joshua Anhalt, Drew Bagnell, Christopher Baker, Robert Bittner, M. N. Clark, John Dolan, Dave Duggins, Tugrul Galatali, Chris Geyer, Michele Gittleman, Sam Harbaugh, Martial Hebert, Thomas M. Howard, Sascha Kolski, Alonzo Kelly, Maxim Likhachev, Matt McNaughton, Nick Miller, Kevin Peterson, Brian Pilnick, Raj Rajkumar, Paul Rybski, Bryan Salesky, Young-Woo Seo, Sanjiv Singh, Jarrod Snider, Anthony Stentz, William “Red” Whittaker, Ziv Wolkowicki, Jason Zigar, Hong Bae, Thomas Brown, Daniel Demitrish, Bakhtiar Litkouhi, Jim Nickolaou, Varsha Sadekar, Wende Zhang, Joshua Struble, Michael Taylor, Michael Darms and Dave Ferguson, “Autonomous Driving in Urban Environments: Boss and the Urban Challenge,” Journal of Field Robotics, vol. 25, no. 8, pp. 425 - 466, 2008
- [7] Michael Montemerlo, Jan Becker, Suhrid Bhat, Hendrik Dahlkamp and Dmitri Dolgov, Scott Ettinger, Dirk Haehnel, Tim Hilden, Gabe Hoffmann, Burkhard Huhnke, Doug Johnston, Stefan Klumpp and Dirk Langer, Anthony Levandowski and Jesse Levinson, Julien Marcil, David Orenstein,

- Johannes Paefgen, Isaac Penny and Anna Petrovskaya, Mike Pflueger and Ganymed Stanek, David Stavens, Antone Vogt, and Sebastian Thrun “Junior: The Stanford Entry in the Urban Challenge,” *Journal of Field Robotics*, vol. 25, no. 9, pp. 569 - 597, 2008
- [8] 松本 治, 小森谷 清, 戸田 広二, 後藤 茂樹, 畑瀬 勉, 西村 英記, “Autonomous Traveling Control of the ”TAO Aicle” Intelligent Wheelchair” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp.4322 - 4327, 2006
- [9] 公益財団法人ニューテクノロジー振興財団, “Real World Robotics Challenge つくばチャレンジ,” <http://www.ntf.or.jp/challenge/>(2014年3月現在)
- [10] つくば市国際戦略総合特区推進部科学技術振興課, “Real World Robotics Challenge つくばチャレンジ 2013,” <http://www.tsukubachallenge.jp/>(2014年3月現在)
- [11] 油田 信一, 水川 真, 橋本 秀紀, 田代 泰典, 大久保 剛史, “つくばチャレンジ: 実世界で働くロボットを目指して—2011年度の結果と5年間の成果—” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 12, 1A1-G08, 2012
- [12] 井上 一道, Sam Ann Rahok, 尾崎 功一, “つくばチャレンジにおける移動ロボットの設計方針の提案と考察,” 日本ロボット学会誌, vol. 30, no 6, pp. 234 - 244, 2012
- [13] Sam Ann Rahok, Yoshihito Shikanai and Koichi Ozaki, “Trajectory Tracking Using Environment Magnetic Field for Outdoor Autonomous mobile robot,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robotics and Systems, pp. 1402 - 1407, 2010
- [14] 松田 卓也, 井上 一道, 赤井 直紀, 中田 未央, 尾崎 功一, “パーソナルモビリティの設計構想とロボット特区での開発チャレンジ,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 13, 1P1-A06, 2013
- [15] Masashi Yokozuka, Yusuke Suzuki, Toshinobu Takei, Naohisa Hashimoto, and Osamu Matsumoto, “Auxiliary Particle Filter Localization for Intelligent Wheelchair Systems in Urban Environments,” *Journal of Robotics and Mechatronics* vol. 22, no. 6, pp. 758 - 766, 2010
- [16] 鈴木 雄介, 横塚 将志, 山下 明宏, 橋本 尚久, 安達 弘典, 松本 治, 足立 吉隆, “占有格子地図とA*アルゴリズムを用いた実時間障害物回避経路生成,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 1P1-A14, 2011
- [17] 一野瀬 亮子, 山本 健次郎, 小野 幸彦, 原 祥亮, 大島 章, “つくばロボット特区における日立搭乗型移動支援ロボット実証実験の取り組み,” 第29回日本ロボット学会学術講演会, 1G3-3, 2011
- [18] 一野瀬 亮子, 山本 健次郎, “搭乗型移動支援ロボット『ROPITS』の開発—携帯情報端末の地図で指定した歩道任意地点への自律走行機能の検証—,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 13, 1P1-A02, 2013

- [19] 富沢 哲雄, 安田 国弘, 松尾 清史, 川田 浩彦, 李 在勲, 角 保志, 大場 光太郎, “北陽電機・産総研チームによるつくばチャレンジ2008への取り組み,” 第9回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会, 1I3-5, pp. 375 - 376, 2008
- [20] Eijiro Takeuchi, Takashi Tsubouchi and Shin'ichi Yuta, “Integration and Synchronization of External Sensor Data for a Mobile Robot,” SICE Annual Conference in Fukui, pp. 332 - 337, 2003
- [21] 竹内 栄二郎, 坪内 孝司, “異種複数センサに対応した移動用ナビゲーションソフトウェアの公開,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会'08, 1P1-E22, 2008
- [22] 村松 聡, 田中 秀幸, 金 奉根, 角 保志, 松本 吉央, 富沢 哲雄, 末廣 尚士, “産総研・電通大による自律移動ロボットの実現,” 第10回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会, 1B4-3, pp. 93 - 95, 2009
- [23] 村松 聡, 田中 秀幸, 角 保志, 富沢 哲雄, 末廣 尚士, “路面画像を用いた移動ロボットの自己位置推定,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会'10, 1A2-E15, 2010
- [24] 田中 秀幸, 村松 聡, 富沢 哲雄, 末廣 尚士, 金 奉根, 角 保志, 松本 吉央, “上空画像マッチングによる移動ロボットの自己位置推定とナビゲーション,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会'10, 2P1-E18, 2010
- [25] 電動車いす安全普及協会, “電動車いす出荷台数／累計出荷台数 2012,” <http://www.den-anryo.org/society/transition.html> (2012年現在)
- [26] Johann Borenstein, Liqiang Feng, “Gyrodometry: A New Method for Combining Data from Gyros and Odometry in Mobile Robots,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 423 - 428, 1996
- [27] 佐藤 晶則, 松林 勝志, “大容量かつ信頼性・汎用性の高いモータドライバの開発,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会'11, 2A2-E07, 2011
- [28] Eijiro Takeuchi, Kazunori Ohono, Satoshi Tadokoro, “A robust localization method based in free-space observation model,” in Proc. of JSME Conference on Robotics and Mechatronics, 1A1-E20, 2009
- [29] 富沢 哲雄, 村松 聡, 平井 雅尊, 佐藤 晶則, 工藤 俊亮, 末廣 尚士, “グリッドマップマッチングに基づく未知障害物にロバストな自己位置推定,” 日本ロボット学会誌, vol. 30 no. 3, pp. 280 - 286, 2012
- [30] Masataka Hirai, Tetsuo Tomizawa, Shunsuke Kudoh, and Takashi Suehiro, “Human Friendly Path Tracking for Autonomous Robot Cart: Determine Look-ahead Target Points Under Shortcut Controlling”, in Proc. of IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics, pp. 397 - 402, 2012

- [31] 建部 謙治, 辻本 誠, 志田 功二, “回避行動開始点の判定と前方回避距離-歩行者の回避行動に関する研究 (II), ” 日本建築学会計画系論文集, no. 465 pp. 95 - 104, 1994
- [32] 佐藤 晶則, 平井 雅尊, 富沢 哲雄, 工藤 俊亮, 末廣 尚士, “四輪車両型自律移動ロボットの特性を考慮したリアルタイムな障害物回避,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 1P1-K13, 2011
- [33] Masanori Sato, Tetsuo Tomizawa, Shunsuke Kudoh and Takashi Suehiro, “Development of a Collision-Avoidance Assist System for an Electric Cart, ” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics, pp. 337 - 342, 2011

調査文献リスト

- [1] 朴 善洪, 橋本 周司, “RFID 環境における物体位置情報を更新するためのデバイスの提案,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 10, 1A1-E07, 2010
- [2] 倉爪 亮, 張 棟翔, 岩下 友美, 長谷川 勉, “レーザリフレクタンス画像と Bag-of-features を用いたレーザ搭載移動ロボットの 3 次元位置同定,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 10, 1A1-E08, 2010
- [3] 松本 光広, 油田 信一, “屋内廊下環境で用いる携帯型の移動量推定・環境地図生成システムの開発,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 10, 1A2-D24, 2010
- [4] 阪東 茂, 油田 信一, “建物内における壁の直角・平行な特徴を用いた SLAM 手法,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 10, 1A2-D25, 2010
- [5] 大内 隆史, 山下 淳, 金子 透, “LRF 搭載移動ロボットによる移動効率を考慮したビュープランニングを用いた 3 次元地図生成,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 10, 1A2-D26, 2010
- [6] 藤井 孟, 安藤 吉伸, 吉見 卓, 水川 真, “金属ランドマークを用いた自律移動ロボットの自己位置推定に関する研究,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 10, 1A2-D27, 2010
- [7] 齊藤 哲平, 黒田 洋司, “レーザの反射強度を利用した走行可能路面推定,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 10, 1A2-D28, 2010
- [8] 識名 拓, 油田 信一, “多く通行人がいる廊下環境での移動ロボットによる地図作成,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 10, 1A2-D29, 2010
- [9] 鹿内 佳人, サム アン ラホック, 尾崎 功一, “屋外環境における磁場の乱れを利用した自己位置推定,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 10, 1A2-E09, 2010
- [10] 新井 啓文, 秋元 俊成, 寺田 信幸, “携帯電話の受信強度を用いた自己位置推定の基礎的検討,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 10, 1A2-E10, 2010
- [11] 岡田 悠図, 坪内 孝司, 細田 祐司, 一野瀬 亮子, “天井目地模様などを用いた移動ロボットの屋内自己位置推定,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 10, 1A2-E12, 2010
- [12] 本田 亮一, 岩永 達也, 尾崎 弘明, “ハフ変換によるスキャンマッチングとオドメトリの MCL による統合を用いた移動ロボットの自己位置推定,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 10, 1A2-E14, 2010
- [13] 竹内 栄二郎, 大野 和則, 田所 諭, “遡及的位置推定可能なパーティクルフィルタとそのモジュール化,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 10, 1A2-E15, 2010
- [14] 竹内 栄二郎, 大野 和則, 田所 諭, “パーティクルフィルタでの位置推定によるジャイロオフセットおよび車輪径の推定,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 10, 1A2-E24, 2010
- [15] 村松 聡, 田中 秀幸, 角 保志, 富沢 哲雄, 末廣 尚士, “路面画像を用いた移動ロボットの自己位置推定,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 10, 1A2-E25, 2010

- [16] 堀越 靖博, 栗栖 正光 “全方位カメラによる方位角の測定精度の検討,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会' 10, 1A2-E26, 2010
- [17] 山下 遼, 項 警宇, 田崎 勇一, 稲垣 伸吉, 鈴木 達也 “パーティクルフィルタを用いた全方向移動ロボットの自己位置同定における効率的な探索法,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会' 10, 1A2-E27, 2010
- [18] 鈴木 正隆, 寺田 英介, 齊藤 哲平, 黒田 洋司, “画像による確率的走行領域推定を用いた広域地図構築法,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会' 10, 1A2-E28, 2010
- [19] 後藤 真一, 川西 亮輔, 山下 淳, 金子 透, “二眼ステレオとモーションステレオを併用した全方位ステレオカメラシステムによる3次元計測,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会' 10, 1A2-E29, 2010
- [20] 高須賀 直一, 田中 孝之, 金子 俊一, 多田 達実, 鈴木 慎一, “移動ロボットの傾きを考慮した複数のランドマークによる位置姿勢認識,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会' 10, 1A2-E30, 2010
- [21] 但馬 竜介, 伊藤 誠悟, “移動ロボットの安全確保と路面検出のための円錐走査レーザ距離計測,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会' 10, 1P1-E02, 2010
- [22] 畠 彰彦, 大野 和則, 竹内 栄二郎, 田所 諭, “環境認識に必要な点密度を考慮した移動しながらの逐次3次元地図構築,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会' 10, 1P2-E14, 2010
- [23] 得津 覚, 佐藤 顕治, 廣瀬 俊典, 矢口 裕明, 岡田 慧, 稲葉 雅幸, “レンジセンサ搭載型無限回転ヘッドによる人・ロボット・家具を対象とした生活空間内支援情報の獲得,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会' 10, 1P2-E15, 2010
- [24] 寺田 英介, 鈴木 正隆, 黒田 洋司, “画像を用いた色情報による走行可能領域の推定,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会' 10, 2A2-F11, 2010
- [25] 石塚 大輔, 川西 亮輔, 山下 淳, 金子 透, “3次元環境地図から作成した任意視点画像を利用した全方位カメラ搭載移動ロボットの視覚に基づくナビゲーション,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会' 10, 2P1-E17, 2010
- [26] 田中 秀幸, 村松 聡, 富沢 哲雄, 末廣 尚士, 金 奉根, 角 保志, 松本 吉央, “上空画像マッチングによる移動ロボットの自己位置推定とナビゲーション,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会' 10, 2P1-E18, 2010
- [27] 小浜 篤, 岩本 翔太, 鈴木 昌人, 青柳 誠司, “ロボットビジョンによる室内環境の認識—SIFT 特徴量とエッジ情報を用いたオフィス機器の画像探索と認識—,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会' 10, 2P1-E19, 2010
- [28] 原田 大輔, 鈴木 崇啓, 原田 達也, 國吉 康夫, “移動ロボットによる有用な情報検出のための距離画像を用いた人の流れ推定,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会' 10, 2P1-E20, 2010
- [29] 中林 達彦, 竹岡 年延, 坪内 孝司, 鶴田 恵, “測域センサを用いたバイク型小型二輪ロボットの屋内自律走行,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会' 10, 2P1-E22, 2010
- [30] 田中 智史, 齊藤 哲平, 黒田 洋司, “複雑な自律移動を行う際のプラットフォームとなる移動ロボットの開発,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会' 10, 2P1-E24, 2010
- [31] 安藤 和記, 辻 将治, 池澤 良介, 尾崎 雄介, 安 弘, “車輪型移動ロボットを用いた人追従走行法,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会' 10, 2P1-E25, 2010
- [32] 新原 諒子, 井上 貴公, 今村 元, 小島 佑太, 山崎 信行, “移動障害物を回避するための軌道生成アルゴリズム,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会' 10, 2P1-E26, 2010
- [33] 山口 智浩, 渡辺 良男, “ニューラルネットワークを用いた車輪型移動ロボットの移動障害物回避行動の獲得,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会' 10, 2P1-E29, 2010

- [34] 光永 法明, 江崎 大樹, 伊藤 直也, 按田 翔悟, “人を乗せて案内をするロボットの提案と試作,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 10, 2P1-E30, 2010
- [35] 小澤 正宜, 清水 悦郎, 伊藤 雅則, “単眼カメラによる移動ロボット用ステレオ視システムの開発,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 10, 2P1-F01, 2010
- [36] 笹木 亮, 小原 治樹, 酒井 良郭, “移動ロボット群による画像を用いた位置計測システム—第 2 報 ステレオ法のためのロボット自己位置検出—,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 10, 2P1-F03, 2010
- [37] 知久 健, 三浦 純, 佐竹 純二, “ステレオ視を用いたオンライン道路境界モデリング,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 10, 2P1-F05, 2010
- [38] 福田 靖, 井手 貴大, 田中 康介, 海老沼 良輔, “移動障害物との衝突回避を考慮した車輪型移動ロボットのナビゲーション,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 10, 2P1-F07, 2010
- [39] 花井 亮, 畑尾 直孝, 斉藤 学, 加賀美 聡, 稲葉 雅幸, “パーソナルモビリティにおける安全性と利便性向上のための自律移動システムの開発,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 10, 2P1-F11, 2010
- [40] 齋藤 昌和, 川田 浩彦, 大矢 晃久, 油田 信一, “移動ロボットのためのエレベータ操作表示盤認識,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 10, 2P1-F16, 2010
- [41] 内本 友洋, 鈴木 昭二, 松原 仁, “屋内の廊下を移動する脚式ロボットのためのビューベーストなトポロジカルマップ作成,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 10, 2P1-G02, 2010
- [42] 森川 直樹, 坪内 孝司, “ステレオビジョンを使ったロボットによる屋外自律移動に関する研究,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 10, 2P1-G02, 2010
- [43] 福永 稔典, 亀川 哲志, 五福 明夫, “移動ロボットに搭載した L R F とカメラを用いた建物内部の三次元形状復元,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 1P1-D05, 2011
- [44] 尾崎 将崇, 橋本 雅文, 高橋 和彦, “マルチ移動ロボットによる屋外環境でのレーザーベースト歩行者追跡,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 1P1-E05, 2011
- [45] 横山 巧, 岡田 康孝, 橋本 雅文, 高橋 和彦, “マルチ移動ロボットによる屋内環境でのレーザーベースト歩行者追跡,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 1P1-E06, 2011
- [46] 安藤 慎二, 田中 完爾, 長坂 智実, 関島 正平, “Single-View 3D 再構築に基づく頑健な自己位置推定,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 1P1-E09, 2011
- [47] 尾花 伸昭, 板垣 幸英, 小棚木 隆史, 坪田 浩志, 鳥毛 明, “屋外自律移動型ロボットの開発 - 周辺環境に応じた移動アルゴリズム -,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 1P1-K08, 2011
- [48] 佐藤 晶則, 平井 雅尊, 富沢 哲雄, 工藤 俊亮, 末廣 尚士, “四輪車両型自律移動ロボットの特性を考慮したリアルタイムな障害物回避,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 1P1-K13, 2011
- [49] 鈴木 雄介, 横塚 将志, 山下 明宏, 橋本 尚久, 安達 弘典, 松本 治, 足立 吉隆, “占有格子地図と A*アルゴリズムを用いた実時間障害物回避経路生成,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 1P1-K14, 2011
- [50] 荒井 亮磨, 丁 明, 竹村 裕, 溝口 博, “構内環境で動的障害物への衝突回避が可能な自律移動ロボットの研究,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 1P1-K15, 2011
- [51] 佐藤 功太, 大矢 晃久, “環境設置鏡面テープを用いた LRS による移動ロボットのための障害物検知,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 1P1-K16, 2011

- [52] 児玉 貴宏, 友國 伸保, 黄 健, “障害物回避補助に向けた 4 輪操舵制御,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 1P1-L01, 2011
- [53] 西川 佑輝, 黒田 洋司, “自律移動ロボットによるレーザセンサを用いた移動障害物検出,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 1P1-L02, 2011
- [54] 鮎澤 秀夫, NGUYEN Duy Hinh, 鳥 熙乾, 岩倉 大輔, 野波 健蔵, “可動式赤外線距離センサによる測域と自律移動ロボットの障害物回避,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 1P1-L03, 2011
- [55] 石川 裕基, 三浦 純, “確率的サンプリングを用いた動的環境における移動ロボットの時空間経路計画,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 1P1-L04, 2011
- [56] 桑田 貴志, 田中 雅博, 和田 昌浩, 梅谷 智弘, 伊藤 稔, “SegwayRMP における自己位置推定の問題点と対処法,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 1P1-L05, 2011
- [57] 田尻 智紀, 大神 麗, 高田 洋吾, 今津 篤志, 川合 忠雄, “高低差情報を含む立体地図を用いた移動経路の作成,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 1P1-L06, 2011
- [58] 田端 寿隆, 館野 友貴, ファイルルアズニ ジャファー, 横田 和隆, “多方向画像とマップ情報を併用したロボットの自律移動,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 1P1-L11, 2011
- [59] 松尾 恵輔, 三浦 純, 佐竹 純二, “ステレオカメラを持つ移動ロボットによる屋外自己位置推定,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 1P1-L15, 2011
- [60] 北島 健太, 三浦 純, 佐竹 純二, “見え情報と距離情報を用いた移動ロボットの地図生成と位置推定,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 1P1-M01, 2011
- [61] 森 太一, 竹村 憲太郎, 高松 淳, 小笠原 司, “Bag-of-Features を用いた環境変化に頑健なビューシーケンスナビゲーション,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 1P1-M03, 2011
- [62] 篠原 正俊, 横塚 将志, 尾崎 功一, “SURF によるアピアランスベースナビゲーション手法の実装とその有用性の評価,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 1P1-M04, 2011
- [63] 野中 伴文, 子安 大士, 前川 仁, 川崎 洋, 小野 晋太郎, 池内 克史, “全方位ステレオ視を用いたスキャンマッチングによる 6 自由度 SLAM,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 1P1-M05, 2011
- [64] 原田 雅史, 金子 祐樹, 三浦 純, 佐竹 純二, “見え情報に基づくパーソナルナビゲーションシステム,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 1P1-M07, 2011
- [65] 田所 裕貴, 森川 直樹, 坪内 孝司, “ステレオビジョンによる屋外を移動するロボットからの移動物体検出,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 1P1-M09, 2011
- [66] 上田 宙輝, 李 在勲, 岡本 伸吾, Yi Byung-Ju, 油田 信一, “複数の走行者認識を行う屋外移動車ロボット,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 1P1-M10, 2011
- [67] 坂本 典之, 奥川 雅之, “ポーターロボットにおける速度ベクトルを利用した人追従制御,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 1P1-O05, 2011
- [68] 田島 裕介, 高橋 大輔, 山本 佳男, “自律型移動ロボットにおける障害物回避とナビゲーション,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 1P1-O07, 2011
- [69] 北村 光教, 鈴木 太郎, 天野 嘉春, 橋詰 匠, “準天頂衛星 (みちびき) L1-SAIF を利用した都市部環境下における移動体測位評価,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 2A1-M01, 2011

- [70] 竹内 栄二郎, 山崎 将史, 大野 和則, 田所 諭, “3次元地図を用いた回折波を考慮した GPS 衛星の可視性判別,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 2A1-M02, 2011
- [71] 富沢 哲雄, 村松 聡, 平井 雅尊, 岩井 純一, 佐藤 晶則, 御堂丸 圭介, 工藤 俊亮, 末廣 尚士, “公共空間を自律移動する電動カーットの開発,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 2A1-M04, 2011
- [72] 花井 稔典, 沢井 貴之, 道木 加絵, 道木 慎二, 大熊 繁, “自動車形状を利用した自律移動ロボットの相対位置推定,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 2A1-M05, 2011
- [73] 原 祥亮, 大島 章, 小野 幸彦, 山本 健次郎, “街路樹などの複雑な形状に適応したマップマッチングによる自己位置推定,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 2A1-M06, 2011
- [74] 岡田 悠図, 坪内 孝司, 細田 祐司, 一野瀬 亮子, 原 祥亮, “単眼カメラを用いた走行路面の直線的模様検出による移動ロボットの位置姿勢推定,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 2A1-M10, 2011
- [75] 入江 清, 吉田 智章, 友納 正裕, “ハイダイナミックレンジビジョンを用いた路面の線分抽出に基づく屋外自己位置推定法,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 2A1-M11, 2011
- [76] 三橋 雅仁, 高橋 佑弥, 黒田 洋司, “市街地環境下における画像場所認識を用いた自己位置推定法,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 2A1-M13, 2011
- [77] 矢口 裕明, 吉海 智晃, 岡田 慧, 稲葉 雅幸, “移動ロボットの自己位置推定のための画像ランドマークデータベース構築手法,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 2A1-M14, 2011
- [78] Youssef Ktiri, Tomoaki YOSHIKAI, and Masayuki INABA, “Enhancing Localization Using Random Ferns Based Vision and Multi-Robot Collaboration,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 2A1-M15, 2011
- [79] 児玉 幸多, 近藤 樹, 小方 博之, 村松 大吾, “カルマンフィルタを用いた屋外路面走行ロボットの自己位置推定,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 2A1-M16, 2011
- [80] 岩井 純一, 村松 聡, 富沢 哲雄, 末廣 尚士, 工藤 俊亮, “物体の光反射特性を考慮した自由空間モデルに基づく環境地図生成,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 2A1-O03, 2011
- [81] 古賀 勇多, 大橋 健, “室内における壁情報を事前情報として利用した SLAM,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 2A1-O06, 2011
- [82] 森 武俊, 栗原 誠, 黒田 藍子, 野口 博史, 田中 雅行, 福井 類, 下坂 正倫, 佐藤 知正, “パーソナルモビリティのための簡易マップを手がかりとする自己位置同定と詳細マップの生成,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 2A1-O07, 2011
- [83] 山中 啓史, 森岡 一幸, “占有格子地図とグラフ構造によるハイブリッドな地図生成を行う SLAM アルゴリズムの開発,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 2A1-O09, 2011
- [84] 横塚 将志, 松本 治, “広域グリッドマップのための逐次重点サンプリングによるループクローズ手法の提案,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 2A1-O10, 2011
- [85] 永田 祐也, 黒田 洋司, “ステレオカメラの誤差モデルを考慮した実時間走破性解析地図,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 2A1-O12, 2011
- [86] 小川 祐司, 和田 哲也, 王 志東, 富山 健, “屋内環境における移動ロボットののための人間活動状態の推定と人間行動マップの構築,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 2A1-O14, 2011
- [87] 古川 陽介, 池澤 良介, 尾 雄介, 安 弘, “俯瞰計測を用いた車輪型移動ロボットの経路生成法と自律走行法,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 2A1-O15, 2011

- [88] 古川 陽介, 池澤 良介, 尾 雄介, 安 弘, “車輪型移動ロボットによる環境地図情報取得のための自律走行法,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 11, 2A1-O16, 2011
- [89] 齊藤 隆仁, 三橋 雅仁, 永田 祐也, 黒田 洋司, “つくばチャレンジにおける屋外自律ナビゲーションシステムの開発,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 12, 1A1-C08, 2012
- [90] 藤岡 峻, 水川 真, 安藤 吉伸, 吉見 卓, “屋外自律移動ロボットへの地図情報を利用した移動経路設定の提案—人間が読み取ったインターネット地図情報を用いたナビゲーション—,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 12, 1A1-G07, 2012
- [91] 木村 剛実, 田所 裕貴, 横島 英明, 山本 祥太郎, 坪内 孝司, “屋外組 2011 における移動ロボットによるエレベータの乗降ナビゲーション,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 12, 1A1-G09, 2012
- [92] 山田 大地, 大矢 晃久, “路面環境地図に基づき校正を行う移動ロボットのオドメトリシステム-タイヤカーペットにより生じるオドメトリの誤差と路面環境地図作成方法-,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 12, 1A1-H06, 2012
- [93] 江口 純司, 尾崎 功一, “DGPS とスキャンマッチングを用いた自己位置・姿勢の推定手法の検討,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 12, 1A1-H10, 2012
- [94] 馬場 浩平, 杉山 正治, 吉川 恒夫, “服装の色情報を用いた個人識別手法による案内ロボットの開発,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 12, 1A1-I09, 2012
- [95] 鈴木 太郎, 間野 直哉, 北村 光教, 天野 嘉春, 橋詰 匠, “複数的一周波 GPS 受信機を用いた小型 UAV の高精度姿勢計測,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 12, 1A2-B08, 2012
- [96] 鈴木 貴広, 大野 和則, 竹内 栄二郎, 田所 諭, “レーザー反射強度を用いた煙の充満した屋内の 3 次元計測,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 12, 1A2-B10, 2012
- [97] Tharindu Weerakoon, Kazuo Ishii, “2D obstacle avoidance algorithm for mobile robots,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 12, 1A2-F06, 2012
- [98] 尾花 伸昭, 竹重 直紀, 大平 祥嗣, 竹田 年延, 鳥毛 明, “屋外自律移動型ロボットの開発-周辺環境情報を用いた移動制御-,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 12, 1A2-F07, 2012
- [99] 田所 裕貴, 川本 駿, 谷垣 絢太, 木村 剛実, 坪内 孝司, “「屋外組 2011」における狭路走行アプローチ,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 12, 1A2-F08, 2012
- [100] 岡田 伸也, 鈴木 智, “単眼カメラを用いた四輪型 UGV の任意物体追従,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 12, 1A2-F09, 2012
- [101] 北村 光教, 安岡 洋一, 鈴木 太郎, 天野 嘉春, 橋詰 匠, “準天頂衛星と可視衛星数地図を用いた自律移動システムの経路計画,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 12, 1A2-F10, 2012
- [102] 小野 幸彦, 大島 章, 山本 健次郎, 一野瀬 亮子, “搭載型移動支援ロボットの開発—広域自律移動のための姿勢安定化と地図生成—,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 12, 1A2-F11, 2012
- [103] 赤井 直紀, 篠原 正俊, 島田 遼, 片寄 浩平, Sam Ann Rahok, 尾崎 功一, “環境磁場を用いたトポロジカルマップによる長距離ナビゲーション手法,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 12, 1A2-I09, 2012
- [104] Satoshi TAKEZAWA, Tatsuya SHIRAKAWA, Takahisa YAMASE, “Study for Decision Method of Optimal Parameter to Collision Avoidance Problem in the Mobile Robot,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 12, 1P1-E06, 2012

- [105] 山下 智志, 李 在勲, 岡本 伸吾, “屋内移動車ロボットのファジィ理論に基づいた衝突回避ナビゲーション,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会' 12, 1P1-E10, 2012
- [106] 齊藤 隆仁, 黒田 洋司, “都市環境における GPS 誤差評価に基づくロバスト自己位置推定,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会' 12, 2A1-J08, 2012
- [107] 北村 光教, 鈴木 太郎, 天野 嘉春, 橋詰 匠, “準天頂衛星の L1-SAIF を利用した GPS 単独測位の高精度化,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会' 12, 2A1-J09, 2012
- [108] 荒川 尚吾, 竹内 栄二郎, 大野 和則, 田所 諭, “GPS 衛星の可視性に基づいた複数測位解生成による移動体の位置推定,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会' 12, 2A1-J10, 2012
- [109] 福井 貴久, 竹内 栄二郎, 大野 和則, 田所 諭, “降雪を想定した屋外環境でのレーザースキャナによる位置推定,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会' 12, 2A1-J11, 2012
- [110] 西田 秀哉, 古川 陽介, 安 弘, 入部 正継, “俯瞰計測を用いた未知空間における車輪型移動ロボットの自律走行法,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会' 12, 2A1-K06, 2012
- [111] 横田 恵助, 伊藤 恒平, 大矢 晃久, “三次元測域センサデータと航空画像のマッチングによる移動ロボットの自己位置認識,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会' 12, 2A1-K08, 2012
- [112] 永田 祐也, 黒田 洋司, “広域屋外環境における非線形運動に対応した移動障害物追跡,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会' 12, 2A1-K09, 2012
- [113] 落合 佑哉, 竹村 憲太郎, 高松 淳, 小笠原 司, “移動ロボットに搭載した LIDAR を用いた未知環境における移動障害物の追跡,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会' 12, 2A1-K10, 2012
- [114] 李 忠鍾, 秋元 俊成, 寺田 信幸, “ステレオカメラを利用した移動ロボットの自己位置推定,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会' 12, 2A1-L06, 2012
- [115] 村松 聡, 平井 雅尊, 佐藤 昌則, 大谷 洋介, 富沢 哲雄, 工藤 俊亮, 末廣 尚士, “三次元拡張された空間観測モデルに基づく移動ロボットの自己位置推定,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会' 12, 2A1-L07, 2012
- [116] 伊達 央, 大川 真弥, 滝田 好宏, “正方形柱により表現された 3 次元地図を利用した屋内外環境の自律走行,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会' 12, 2A1-L08, 2012
- [117] 原 祥亮, 坪内 孝司, 油田 信一, “教示再生による自律走行のための ROSstacks を活用した地図と経路の獲得,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会' 12, 2A1-L09, 2012
- [118] 山内 元貴, 永井 伊作, 永谷 圭司, 吉田 和哉, “非接触型の並進移動量計測装置を用いた屋外移動ロボットの自己位置推定モジュールの開発と屋外フィールドにおける性能評価,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会' 12, 2A1-L11, 2012
- [119] 吉本 公則, 上田 悦子, 池田 篤俊, 小笠原 司, “自然環境を使った屋外移動ロボットによる SLAM,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会' 12, 2A2-H06, 2012
- [120] 入江 清, 友納 正裕, “電子市街地図と 3D スキャナを用いた自己位置と道路境界の同時推定,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会' 12, 2A2-H07, 2012
- [121] 古林 久人, 小林 裕之, “共有位置情報を利用した自律移動ロボット群の分散自己位置推定,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会' 12, 2A2-H09, 2012
- [122] 川畑 光大朗, 岩永 達也, 尾崎 弘明, “SLAM データの概略地図への局所的対応付けによる車輪型移動ロボットの走行,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会' 12, 2A2-H10, 2012

- [123] 宮崎 権太郎, 黒田 洋司, “複数移動ロボットによる効率的な協調地図構築,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 12, 2A2-H11, 2012
- [124] 松本 高斉, 榎 修一, 正木 良三, 谷口 素也, “環境に設置した鏡面シートを用いた移動ロボットの位置姿勢推定,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 12, 2A2-I06, 2012
- [125] 森 武俊, 黒田 藍子, 野口 博史, 下坂 正倫, 田中 雅行, 佐藤 知正, “パーソナルモビリティにおける走行履歴を利用したアンテーションマップ構築支援の研究,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 12, 2A2-I07, 2012
- [126] 鄭 龍振, 大石 修士, 倉爪 亮, 長谷川 勉, “RGB-D センサと 3 次元地図を用いた XOR ボックセルマッチングによる位置同定,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 12, 2A2-I10, 2012
- [127] 和田 哲也, 小川 祐司, 王 志東, 平田 泰久, 小菅 一弘, “屋内動的環境における人間行動マップの生成とアップデート,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 12, 2A2-I11, 2012
- [128] 李 在勲, 上田 宙輝, 岡本 伸吾, Yi, Byung-Ju, 油田 信一, “LRF と全方位カメラを搭載した屋外移動車ロボットの人間認識および追従方法,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 12, 2P1-J06, 2012
- [129] 鈴木 亮, 子安 大士, 前川 仁, 川崎 洋, 小野 晋太郎, 池内 克史, “全方位ステレオ視による環境構造認識のための平面検出,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 12, 2P1-J08, 2012
- [130] 川村 英史, 佐橋 翔太, 長谷川 忠大, “カメラ画像内の特徴点から構成する四角形の重心を利用した屋外自律移動ロボットの姿勢制御,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 12, 2P1-J09, 2012
- [131] 水野 拓郎, 坪内 孝司, “watershed 法による画像領域分割とヒストグラム間距離を利用した路面領域の推定,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 12, 2P1-J10, 2012
- [132] 林 直宏, 冨沢 哲雄, 末廣 尚士, 工藤 俊亮, “二重円型オペレータによるロバストな白線検出手法,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 12, 2P1-J11, 2012
- [133] 谷地中 宏基, 三浦 純, 佐竹 純二, “3 次元距離センサを用いた移動ロボットのための屋外環境認識,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 12, 2P1-K07, 2012
- [134] 三栖 一城, 三浦 純, 佐竹 純二, “3 次元距離センサとエスパアンテナを用いた特定人物の発見と追跡,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 12, 2P1-K08, 2012
- [135] 須田 遼太郎, 鈴木 昭二, “遠隔操作における画像と触覚によるドアの通過方法の提案,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 12, 2P1-K09, 2012
- [136] 齊藤 隆仁, 三橋 雅仁, 黒田 洋司, “画像場所認識と路面標示を用いた位置補正による自己位置推定法,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 12, 2P1-K11, 2012
- [137] 石川 貴一朗, 天野 嘉春, 橋詰 匠, “GNSS の可視性を考慮した Mobile Mapping System の計測経路計画,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 12, 2P1-R06, 2012
- [138] 仲本 慎平, 中後 大輔, 横田 祥, 高瀬 國克, “iGPS を用いた無人搬送車の移動制御 —第 4 報: 巡回コストと時間距離を考慮した障害物回避法の提案—,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 13, 1A1-P17, 2013
- [139] 花井 稔典, 種子田 直人, 道木 加絵, 道木 慎二, “ケーブルの曲率を考慮した自律移動ロボットの経路計画,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 13, 1A1-P22, 2013
- [140] 田尻 智紀, 桐本 浩介, 高田 洋吾, 川合 忠雄, “レーザレンジセンサを搭載した橋梁検査ロボットによる橋梁環境場の立体格子地図作成法,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 13, 1A1-P23, 2013

- [141] 永井 伊作, 渡辺 桂吾, “路面画像を用いて累積誤差を自動修正する差動ビジュアルオドメトリ,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 13, 1A2-H01, 2013
- [142] 齊藤 隆仁, 黒田 洋司, “Bag-of-Regions を用いた移動ロボットのための画像場所認識法,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 13, 1A2-H02, 2013
- [143] 永倉 翔吾, 倉爪 亮, 岩下 友美, 長谷川 勉, “群ロボットによる 3 次元環境地図自動構築システムの開発 —位置同定誤差の蓄積を低減する観測戦略—,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 13, 1A2-H04, 2013
- [144] 佐々木 裕也, 石井 雅樹, “BoVW を用いたシーン記述による移動ロボットの自己位置推定手法,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 13, 1A2-H05, 2013
- [145] 伊藤 友太, 大川 一也, 加藤 秀雄, 樋口 静一, “日時の異なる地図の重ね合せによる確率情報を付加した三次元グリッドマップ,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 13, 1A2-H06, 2013
- [146] 清水 尚吾, 黒田 洋司, “3DLRF のみを用いた 3DLaserSLAM,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 13, 1A2-H09, 2013
- [147] 志村 佳紀, 犀川 裕一, 森岡 一幸, “センサの動的選択に基づく自己位置推定を用いた移動ロボットの自律走行,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 13, 1A2-I01, 2013
- [148] 伊藤 太一, 森岡 一幸, “Graph SLAM と局所的な占有格子地図を用いた移動ロボットの自律走行システムの開発,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 13, 1A2-I02, 2013
- [149] Simon THOMPSON, Satoshi KAGAMI, Makoto OSHIO, Kenniti HAMAMOTO, “Constrained 6DOF Localisation for Autonomous Navigation of a Golf,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 13, 1A2-I03, 2013
- [150] 長谷川 忠大, 川村 英史, 岩田 祥平, “GPS による位置情報の信頼度向上に関する検討,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 13, 1A2-I04, 2013
- [151] 中島 関己, 中後 大輔, 廣瀬 圭, 横田 洋, “オドメトリ走行中におけるピクトサインを用いた自己位置補正,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 13, 1A2-I05, 2013
- [152] 瀬戸 太郎, 子安 大士, 前川 仁, 川崎 洋, 小野 晋太郎, “全方位ステレオ視の距離誤差を考慮した ICP によるロボットの相対位置姿勢推定,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 13, 1A2-I06, 2013
- [153] 鈴木 太郎, 久保 信明, “一周波 RTK-GPS による屋外移動体の位置推定と評価,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 13, 1P1-H01, 2013
- [154] 横田 隆之, 黒田 洋司, “LRF を用いた機械学習による自律移動ロボットのための走行可能領域検出,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 13, 1P1-H03, 2013
- [155] 北村 光教, 渡邊 輝, 天野 嘉春, 橋詰 匠, “準天頂衛星 LEX 信号を用いたタイトカップリング型 GNSS/IMU 複合航法の構築,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 13, 1P1-H04, 2013
- [156] 木村 孝広, 勝山 貴史, 竹村 憲太郎, 高松 淳, 小笠原 司, “移動ロボットを用いたユーザの姿勢情報分類及びマッピング,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 13, 1P1-H06, 2013
- [157] 江口 純司, 尾崎 功一, “屋外環境におけるスキャンマッチングの精度評価手法の検討,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 13, 1P1-H07, 2013
- [158] 市村 彰啓, 水内 郁夫, “移動と環境操作による画像特徴量の変化に基づく地図表現を用いた行動制御,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 13, 1P1-H09, 2013

- [159] 松本 和己, 田附 雄一, 金森 哉史, “IMES を用いた移動ロボットナビゲーションに関する研究,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 13, 1P1-I02, 2013
- [160] 岡田 伸也, 鈴木 智, 石井 崇大, 藤澤 陽平, 飯塚 浩二郎, 河村 隆, “RGB-D カメラを用いた移動ロボットのための 3 次元環境地図構築,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 13, 1P1-I03, 2013
- [161] 山川 史, 青木 彬, 佐々木 理, 多羅尾 進, “2D マップと 3D マップを併用した自己位置推定の試み,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 13, 1P1-I05, 2013
- [162] 永松 耕平, 張 曉林, “走行中における移動ロボットの実時間自己位置推定手法,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 13, 1P1-I06, 2013
- [163] Ankit A. Ravankar, Yohei Hoshino, Takanori Emaru, Yukinori Kobayashi, “A New Algorithm to Detect Lines in Noisy Environment for Indoor Robot Mapping,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 13, 1P1-I07, 2013
- [164] 藤内 陽介, 小林 裕之, “自己完結性を有する二次元コードによる移動ロボットの自己位置推定法の検討,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 13, 1P1-I08, 2013
- [165] 齊藤 隆仁, 永田 祐也, 木内 健太郎, 齋藤 政伸, 横田 隆之, 黒田 洋司, “つくばチャレンジ 2012 における屋外自律ナビゲーションシステムの開発,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 13, 1P1-J01, 2013
- [166] 吉田 森彦, 渡辺 敦志, 大矢 晃久, “無限回転型全方位三次元測域センサの開発 一回転軸を通した電源の供給と信号の伝送一,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 13, 1P1-K04, 2013
- [167] 小出 健司, 三浦 純, 佐竹 純二, “人物追従機能を有する付き添いロボットの開発,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 13, 1P1-L03, 2013
- [168] 江川 拓良, 鮫島 一平, 仁瓶 雄真, 加賀美 聡, 溝口 博, “3 次元視覚と環境地図を用いた移動ロボットの机上物体観測システムの構築,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 13, 1P1-L04, 2013
- [169] 小堀 祥, 山中 啓史, 森岡 一幸, “路面検出と占有格子地図によるハイブリッドな移動ロボットナビゲーションシステム,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 13, 2A1-R07, 2013
- [170] 菅原 直樹, 竹内 栄二郎, 大野 和則, 田所 諭, “動的環境における既観測領域の変化の予測に基づく移動ロボットの動作計画 動的環境における衝突リスクの検討,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 13, 2A1-R10, 2013
- [171] 江川 拓良, 鮫島 一平, 仁瓶 雄真, 加賀美 聡, 溝口 博, “経路上の複数の通過候補点を考慮した局所地図での障害物回避経路計画,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 13, 2A1-R11, 2013
- [172] 木内 健太郎, 黒田 洋司, “GPS 観測値の選定による自己位置推定の精度向上,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 13, 2A1-R12, 2013
- [173] 伊達 央, 菊地 惇, 滝田 好宏, “自律移動ロボットによる移動障害物回避に関する研究,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 13, 2A1-R15, 2013
- [174] 藤岡 峻, 水川 真, 安藤 吉伸, 吉見 卓, “屋外自律移動ロボットへの移動経路設定の研究 —既存の地図情報を人間が読み取ったナビゲーション—,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 13, 2A2-R08, 2013
- [175] 竹重 直紀, 小棚木 隆史, 竹田 年延, 鳥毛 明, “異なる高さの側域センサをもつ移動ロボット間による地図共有の検討,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 13, 2A2-R13, 2013
- [176] 田中 雅人, 飯島裕樹, 江上 正, “交差点認識を用いた電動車椅子の走行制御,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 13, 2A2-R14, 2013

- [177] 赤井 直紀, 尾崎 功一, “複数移動手法による協調的動作生成を用いた磁気ナビゲーション法の拡張 —ROBOMECH2013 における道案内デモンストレーションによる実証実験—,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 13, 2P1-R07, 2013
- [178] 原 祥亮, 大島 章, 渡辺 敦志, 坪内 孝司, “6 輪サスペンション付き電動車椅子をベースとした自律走行可能な搭乗型車両の開発,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会’ 13, 2P1-R11, 2013
- [179] 横山 巧, 西村 博史, 橋本 雅文, 高橋 和彦, “2 台の移動ロボットによるレーザーベースト移動物体追跡,” 第 27 回日本ロボット学会学術講演会, 1Q2-07, 2009
- [180] 橋本 雅文, 石井 崇裕, 高橋 和彦, “マルチ移動ロボットのセンサ故障診断,” 第 27 回日本ロボット学会学術講演会, 1Q2-06, 2009
- [181] 塩澤 奨, 渡辺 寛望, 丹沢 勉, 清弘 智昭, “障害物検出のためのワイドレンジ超音波距離センサ,” 第 27 回日本ロボット学会学術講演会, 2I2-02, 2009
- [182] 斉藤 哲平, 坂井 敦, 黒田 洋司, “走行経路生成のための単一レーザスキャナを用いた道路境界推定,” 第 27 回日本ロボット学会学術講演会, 2Q2-07, 2009
- [183] 原 祥亮, 坪内 孝司, 油田 信一, “スキャン点群の接線方向に基づく尤度分布決定モデルを用いた確率的スキャンマッチングによる自己位置推定,” 第 27 回日本ロボット学会学術講演会, 1F3-03, 2009
- [184] 石田 卓也, 山田 大地, 岡村 公望, 大矢 晃久, 油田 信一, “再利用性を考慮した移動ロボット用ソフトウェアモジュールの開発-目的地までの指定経路走行に適した障害物回避手法-,” 第 27 回日本ロボット学会学術講演会, 2Q2-01, 2009
- [185] Haruhiko NIWA, Kenri KODAKA, Yoshihiro SAKAMOTO, Shigeki SUGANO, Takuji EBINUMA, “Reduction of Positioning-Error Induced by Cycle-Slip in Indoor GPS with Multiple Pseudolite’s Transceivers and Receivers,” 第 27 回日本ロボット学会学術講演会, 1F3-04, 2009
- [186] 深瀬 勇太郎, 竹本 喜昭, 村澤 一樹, 木村 真一, “床パターンを利用した自己位置同定手法に関する検討 (その 1),” 第 27 回日本ロボット学会学術講演会, 1F3-05, 2009
- [187] 村澤 一樹, 深瀬 勇太郎, 竹本 喜昭, 木村 真一, “床パターンを利用した自己位置同定手法に関する検討 (その 2),” 第 27 回日本ロボット学会学術講演会, 1F3-06, 2009
- [188] 松永 典之, 竹村 憲太郎, 高松 淳, 小笠原 司, “歩行者の軌跡情報を用いた屋外ナビゲーション,” 第 27 回日本ロボット学会学術講演会, 2Q2-02, 2009
- [189] 松下 純輝, 三浦 純, “柔軟な道路モデルと複数センサ情報の時系列統合によるオンライン道路境界モデリング,” 第 27 回日本ロボット学会学術講演会, 2Q2-03, 2009
- [190] 朴 善洪, 橋本 周司, “RFID の Read-time model を用いた移動ロボットの障害物回避,” 第 27 回日本ロボット学会学術講演会, 3Q2-05, 2009
- [191] 横塚 将志, 尾崎 功一, “床面の自然特徴点追跡によるビジュアル・オドメトリ,” 第 27 回日本ロボット学会学術講演会, 1R2-04, 2009
- [192] 山田 大地, 石田 卓也, 岡村 公望, 大矢 晃久, 油田 信一, “再利用性を考慮した移動ロボット用ソフトウェアモジュールの開発-大域的自己位置推定機能の実現-,” 第 27 回日本ロボット学会学術講演会, 1Q2-04, 2009
- [193] 直原 孝志, 船田 純一, “パーソナルロボットの自動充電機能におけるランドマーク検出,” 第 27 回日本ロボット学会学術講演会, 1R2-05, 2009
- [194] 友納 正裕, “ステレオカメラを用いたビジュアルオドメトリと画像認識による自己位置推定,” 第 27 回日本ロボット学会学術講演会, 3R2-02, 2009

- [195] 松本 治, 堀内 英一, 竹囲 年延, 小谷内 範穂, 小森谷 清, 橋本 隆志, 安藤 敏之, 巖桂 二郎, “倒立振り型マイクロモビリティの障害物検知・停止制御,” 第 27 回日本ロボット学会学術講演会, 2Q1-06, 2009
- [196] 山口 智也, 油田 信一, “測域センサを用いた交差点自律走行の手法～屋外長距離自律走行に関する技術研究～,” 第 27 回日本ロボット学会学術講演会, 1Q2-02, 2009
- [197] 竹囲 年延, 松本 治, 堀内 英一, 小谷内 範穂, 橋本 隆志, 安藤 敏之, “一輪型マイクロモビリティ駆動ユニットの試作と基本走行実験,” 第 27 回日本ロボット学会学術講演会, 2Q1-03, 2009
- [198] 渡邊 恭弘, 奥村 克博, 神田 敦司, 佐藤 雅紀, Amir A.F. Nassiraei, 石井 和男, “計測範囲可変式をシンプルに実現する首振り機構～ラインセンサ (LRF 等) の簡易高機能化～,” 第 27 回日本ロボット学会学術講演会, 1I1-05, 2009
- [199] 内本 友洋, 鈴木 昭二, 松原 仁, “路面状況の変化に影響を受けないビューベースな自己位置推定手法の提案,” 第 27 回日本ロボット学会学術講演会, 1R2-08, 2009
- [200] 日永田 佑介, 杉山 正治, 小枝 正直, 金岡 克弥, 吉川 恒夫, “階層型自己位置推定システムによる状況変化に柔軟な自律移動ロボットの開発,” 第 27 回日本ロボット学会学術講演会, 2Q1-02, 2009
- [201] 田村 雄介, 浅間 一, “ロボットの位置及び動作が歩行者動作に与える影響,” 第 27 回日本ロボット学会学術講演会, 1Q1-02, 2009
- [202] 澤田 有希子, 坪内 孝司, “会議室机型ロボットによる複数台自動整列のための動作計画,” 第 27 回日本ロボット学会学術講演会, 1Q1-01, 2009
- [203] 近藤 雄哉, 藤田 豊己, “位置・姿勢制御可能なレーザーレンジファインダによる 3 次元計測,” 第 27 回日本ロボット学会学術講演会, 1I1-04, 2009
- [204] 黒田 悦成, 手島 崇文, 山崎 文敬, “クローラー型ロボットプラットフォームの開発,” 第 27 回日本ロボット学会学術講演会, 1Q3-04, 2009
- [205] 竹村 憲太郎, 荒木 天外, 怡土 順一, 松本 吉央, 高松 淳, 小笠原 司, “測域センサ搭載型ロボットための汎用三次元環境地図の利用,” 第 27 回日本ロボット学会学術講演会, 1F3-01, 2009
- [206] 福島 俊之, 築山 俊史, “近赤外線測域センサによる移動ロボットの制御,” 第 27 回日本ロボット学会学術講演会, 3Q2-01, 2009
- [207] 山崎 芳昭, 岸 啓太, 松本 篤, 本田 光一, 飯島 純一, “つくばチャレンジにおける自律移動ロボットの開発-磁気方位センサの補正方法の検討-,” 第 27 回日本ロボット学会学術講演会, 1Q2-01, 2009
- [208] 櫻田 健, 竹内 栄二郎, 大野 和則, 田所諭, “地形情報を利用したサブクローラを有するクローラロボットの 3 次元自己位置推定手法の提案,” 第 27 回日本ロボット学会学術講演会, 2Q1-07, 2009
- [209] 伊達 央, 滝田 好宏, 笠井 健司, “実世界環境のための移動ロボット Smart Dump 3,” 第 27 回日本ロボット学会学術講演会, 2Q1-01, 2009
- [210] 大木 健, 永谷 圭司, 吉田 和哉, “距離時間変換による移動ロボットの移動障害物回避動作生成,” 第 27 回日本ロボット学会学術講演会, 1Q1-03, 2009
- [211] 三橋 雅仁, 坂井 敦, 黒田 洋司, “類似物体の多い環境下における画像場所認識に基づくロバストな自己位置推定法,” 第 28 回日本ロボット学会学術講演会, 1Q2-2, 2010
- [212] 倉鋪 圭太, 永田 純平, 深尾 隆則, 石山 健二, 神谷 剛志, 村上 則幸, “レーザーレンジファインダを用いた果樹園 UGV,” 第 28 回日本ロボット学会学術講演会, 2G1-3, 2010
- [213] 齊藤 哲平, 黒田 洋司, “状況認識と複合地図からなる統合的自律移動システムの提案,” 第 28 回日本ロボット学会学術講演会, 1Q2-1, 2010

- [214] 入江 清, 吉田 智章, 友納 正裕, “ステレオビジョンを用いた照明の変化にロバストな自己位置推定,” 第 28 回日本ロボット学会学術講演会, 1Q3-4, 2010
- [215] 長崎 卓矢, 戸田 英樹, チャピゲンツイ, “顔認識とパーティクルフィルタを用いた 特定人物の追跡機能を持った移動ロボット,” 第 28 回日本ロボット学会学術講演会, 3Q2-2, 2010
- [216] 森武 俊, 佐藤 崇浩, 黒田 藍子, 栗原 誠, 田中 雅行, 下坂 正倫, 福井 類, 佐藤 和正, 野口 博士, “航空写真と電子地図に基づくエッジベースグリッドマップとレーザ測域データによる屋外マップ構築,” 第 28 回日本ロボット学会学術講演会, 1Q2-05, 2010
- [217] 北村 光教, 鈴木 太郎, 天野 嘉春, 橋詰 匠, “環境の三次元地図と赤外全周カメラを用いたパーティクルフィルタによる屋外位置推定,” 第 28 回日本ロボット学会学術講演会, 1Q1-3, 2010
- [218] 岩永 達也, 本田 亮一, 尾崎 弘明, “概略地図と角度情報を利用した車輪型移動ロボットの SLAM,” 第 28 回日本ロボット学会学術講演会, 1Q3-7, 2010
- [219] 尾崎 将崇, 横山 巧, 橋本 雅文, 高橋 和彦, “マルチ移動ロボットによるレーザベース移動物体追跡,” 第 28 回日本ロボット学会学術講演会, 3H2-2, 2010
- [220] 大川 一也, 山崎 俊祐, 藻垣 彰人, “直線的な 2 つの壁がある環境での測域センサによる移動体の位置姿勢計測,” 第 28 回日本ロボット学会学術講演会, 2Q1-2, 2010
- [221] 石村 左緒里, 石川 和良, 足立 佳儀, 関 淳也, 薩見 雄一, 岩永 隆弥, 伊澤 祥一, 雫 貞雄, 井上 弘毅, 安藤 伸樹, 櫻内 昌雄, 矢野 健太郎, 三井 禎浩, 井澤 勇八, 津々木 敬二, 山口 将也, 舟津 新一, 石川 信弘, 宮田 敏紀, 手塚 博康, 青山 元, 斉藤 要, “専用部小型清掃ロボットの開発,” 第 28 回日本ロボット学会学術講演会, 3B1-2, 2010
- [222] 薩見 雄一, 石川 和良, 西原 逸夫, 関 淳也, 足立 佳儀, 石村 左緒里, 伊澤 祥一, 雫 貞雄, 猪熊 康夫, 相馬 隆治, 新宅 昭文, 佐藤 元彦, 梶田 大介, 青山 元, 鳥取 祐太郎, “お手洗い用小型清掃ロボットの開発,” 第 28 回日本ロボット学会学術講演会, 3B1-3, 2010
- [223] 野村 康紘, 中村 浩唯, 山本 茂広, “要所画像を用いた自律移動ロボットのための複合的ランドマーク検出方法に関する基礎的検討,” 第 28 回日本ロボット学会学術講演会, 1Q2-6, 2010
- [224] 芦澤 怜史, 岩田 隆之介, 櫻井 武司, 都築 駿一, 大道 武生, “移動ロボットのための移動手法の研究-IDC の敷設方法-,” 第 28 回日本ロボット学会学術講演会, 2G1-4, 2010
- [225] 梅谷 智弘, 山下 知哉, 田村 祐一, “無線 LAN システムを利用した複数階層建築物での移動端末の位置推定-疎ベイズ学習を利用した位置推定器の検討-,” 第 28 回日本ロボット学会学術講演会, 1Q1-4, 2010
- [226] 藤井 悠人, 坂井 敦, 黒田 洋司, “DDF を用いた自己位置推定における識別訓練法を用いた最適パラメータの決定法,” 第 28 回日本ロボット学会学術講演会, 1Q1-1, 2010
- [227] 濱田 薫, 加賀美 聡, “人軌跡の測定に基づく移動ロボットのための環境情報コストマップの作成,” 第 28 回日本ロボット学会学術講演会, 3Q2-1, 2010
- [228] 吉田 英一, 金広 文男, Clement Peti, “経路の再探索と変形を併用したオンライン動作再計画,” 第 28 回日本ロボット学会学術講演会, 3Q1-5, 2010
- [229] 庄司 和晃, 渡辺 寛望, 小谷 信 司, “自律移動ロボットに搭載した測域センサによる 2.5 次元地図の作成,” 第 28 回日本ロボット学会学術講演会, 3H1-5, 2010
- [230] 桑原 潤一郎, 竹村 憲太郎, 末永 剛, 高松 淳, 小笠原 司, “ユニバーサルマップを利用した異種ロボットにおける位置情報共有,” 第 28 回日本ロボット学会学術講演会, 1Q1-5, 2010

- [231] 鈴木 智也, 橋本 雅文, 高橋 和彦, “知的電動車椅子のためのレーザベースト走行路認識,” 第 28 回日本ロボット学会学術講演会, 3H1-4, 2010
- [232] 森岡 博史, 李 想揆, Tongprasit Noppharit, 長谷川 修, “人の多い混雑な環境下での SLAM による移動ロボットのナビゲーション,” 第 28 回日本ロボット学会学術講演会, 1Q3-6, 2010
- [233] 高橋 健治, 竹村 憲太郎, 末永 剛, 高松 淳, 小笠原 司, “移動ロボットによる SIFT を用いた三次元特徴点地図の生成,” 第 28 回日本ロボット学会学術講演会, 1Q3-2, 2010
- [234] 友納 正裕, “スキャンマッチングにおけるロボット姿勢の尤度分布計算,” 第 28 回日本ロボット学会学術講演会, 1Q1-2, 2010
- [235] 阪東 茂, 油田 信一, “建物内の形状の特徴に基づく移動体の自己姿勢・位置の計測-歩行者が携帯する複数の測域センサを用いた建物内の 2 次元地図の構築実験-,” 第 28 回日本ロボット学会学術講演会, 1Q3-3, 2010
- [236] 関 淳也, 石川 和良, 石村 左緒里, 足立 佳儀, 薩見 雄一, 西原 逸夫, 雫 貞雄, 伊澤 祥一, 間野 日出男, 熊谷 昇一, 吉森 環, 川上 亨, 箕輪 良雄, 橋ヶ谷 修司, 大石 芳明, 石橋 達也, “複数の連結式搬送ロボットによる医薬品搬送システムの開発,” 第 28 回日本ロボット学会学術講演会, 3B1-4, 2010
- [237] 石川 和良, 西原 逸夫, 関 淳也, 足立 佳儀, 石村 左緒里, 薩見 雄一, 雫 貞雄, 伊澤 祥一, 青山 元, “ビルのロボット清掃システムの展開,” 第 28 回日本ロボット学会学術講演会, 3B1-5, 2010
- [238] 松本 光広, 油田 信一, “屋内階段環境で用いる携帯型の三次元移動量推定・環境地図生成システムの開発,” 第 28 回日本ロボット学会学術講演会, 1Q3-1, 2010
- [239] 吉田 智章, 入江 清, 友納 正裕, “視野内に任意の注視領域を持つ三次元レーザースキャナ,” 第 28 回日本ロボット学会学術講演会, 3I3-1, 2010
- [240] 山崎 芳昭, 岸 啓太, 松本 篤, 本田 光一, 飯島 淳一, “つくばチャレンジにおける自律移動ロボットの開発-IMU による自己位置推定方法の検討-,” 第 28 回日本ロボット学会学術講演会, 2Q1-4, 2010
- [241] 伊達 央, 滝田 好宏, “ベクトル場表現された地図による対応点探索を省いた ICP,” 第 28 回日本ロボット学会学術講演会, 2Q1-3, 2010
- [242] 石村 左緒里, 青山 元, 石川 和良, 関 淳也, 足立 佳儀, 薩見 雄一, 高橋 朝美, “自動車運搬船内用清掃ロボットの開発,” 第 29 回日本ロボット学会学術講演会, 1G2-1, 2011
- [243] 足立 佳儀, 青山 元, 石川 和良, 関 淳也, 石村 左緒里, 薩見 雄一, “土壌消毒ロボットシステムの実用化,” 第 29 回日本ロボット学会学術講演会, 1G2-2, 2011
- [244] 石川 和良, 青山 元, 齊藤 要, 石村 左緒里, “屋外サービスロボットの油圧駆動システムの実用化,” 第 29 回日本ロボット学会学術講演会, 1G2-3, 2011
- [245] 一野瀬 亮子, 山本 健次郎, 小野 幸彦, 原 祥亮, 大島 章, “つくばロボット特区における日立搭乗型移動支援ロボット実証実験の取り組み,” 第 29 回日本ロボット学会学術講演会, 1G3-3, 2011
- [246] 松本 治, 横塚 将志, 橋本 尚久, 加藤 晋, 堀内 英一, 富田 康治, 鈴木 雄介, 高橋 佑介, 山下 明宏, “つくばモビリティロボット実験特区での産総研の取り組み,” 第 29 回日本ロボット学会学術講演会, 1G3-4, 2011
- [247] 秋元 大, “搭乗型移動ロボットとしてのセグウェイの可能性,” 第 29 回日本ロボット学会学術講演会, 1G3-5, 2011
- [248] 作山 拓也, 劉兆甲, 太田 順, “小型移動ロボットによる台車を用いた大型物体の搬送,” 第 29 回日本ロボット学会学術講演会, 1I2-5, 2011
- [249] 但馬 竜介, 廣瀬 徳晃, 鋤柄 和俊, “ヒト並みの運動性能を有する小型移動体の実現-第 1 報コンセプト・設計・試作-,” 第 29 回日本ロボット学会学術講演会, 1I3-2, 2011

- [250] 廣瀬 徳晃, 但馬 竜介, 鋤柄 和俊, “ヒト並みの運動性能を有する小型移動体の実現-第 2 報姿勢角センサを用いた姿勢制御系設計と実験検証-,” 第 29 回日本ロボット学会学術講演会, 1I3-3, 2011
- [251] 米澤 直晃, 小菅 一弘, 平田 泰久, 菅原 雄介, 神林 隆, 鈴木 公基, 村上 和則, 中村 健一, “2 台の一輪把持型ロボットによる車両の操り (第 4 報, 協調搬送制御のためのフォロワによる目的地推定),” 第 29 回日本ロボット学会学術講演会, 2I2-1, 2011
- [252] 鈴木 智, 石井 崇大, 岡田 伸也, 藤田 将史, “スプライン補間を用いた小型四輪ビークルの経路生成と誘導制御,” 第 29 回日本ロボット学会学術講演会, 2I2-6, 2011
- [253] 野口 博史, 山田 隆基, 森 武俊, 佐藤 知正, “大量の人移動計測データに基づく移動ロボットの回避経路計画,” 第 29 回日本ロボット学会学術講演会, 2I2-7, 2011
- [254] 佐々井 拓也, 竹村 大輔, 古川 大介, 中村 明生, “ガイドロボットのための情報投影提示インタフェースの検討,” 第 29 回日本ロボット学会学術講演会, 3G2-1, 2011
- [255] 薩見 雄一, 青山 元, 石川 和良, 関 淳也, 足立 佳儀, 石村 左緒里, 高橋 朝美, “小型清掃ロボットの中規模オフィスビルへの導入,” 第 29 回日本ロボット学会学術講演会, 3G2-3, 2011
- [256] 塩谷 朋之, 前川 晃祐, 李 周浩, “視覚情報支援のための自律移動投影ロボットの行動モデル,” 第 29 回日本ロボット学会学術講演会, 3G2-7, 2011
- [257] 岡田 和晃, 藤本 康孝, “最適化計算を用いたオンライン自己位置推定と地図構築,” 第 29 回日本ロボット学会学術講演会, 3I1-1, 2011
- [258] 古賀 勇多, 大橋 健, “室内における壁を利用した自己位置推定手法,” 第 29 回日本ロボット学会学術講演会, 3I1-2, 2011
- [259] Hua Gangchen, Osamu Hasegawa, “An Incremental SLAM Method Using Range Finder in Highly Dynamic Environment,” 第 29 回日本ロボット学会学術講演会, 3I1-5, 2011
- [260] 金谷 栄則, 江丸 貴紀, 星野 洋平, 小林 幸徳, “セグメントマップを用いた SLAM におけるパラメータの最適化,” 第 29 回日本ロボット学会学術講演会, 3I1-6, 2011
- [261] 伊達 央, 滝田 好宏, 大川 真弥, “自律移動ロボットのセンサフュージョンにおける簡便なエラー検出アルゴリズムの提案と考察,” 第 29 回日本ロボット学会学術講演会, 3I2-1, 2011
- [262] 監物 建秀, 小林 祐輔, 渡辺 寛望, 小谷 信司, “キッドナップ問題に対応した自律移動ロボットのベイズ推定に基づく自己位置推定,” 第 29 回日本ロボット学会学術講演会, 3I2-2, 2011
- [263] 岡 雄平, 岩田 啓明, 西久保 直輝, 実吉 敬二, “ステレオカメラを用いた自律走行,” 第 29 回日本ロボット学会学術講演会, 3I2-3, 2011
- [264] 川西 亮輔, 山下 淳, 金子 透, “全方位画像列からの平行線による拘束条件を利用したカメラ運動推定,” 第 29 回日本ロボット学会学術講演会, 3I2-5, 2011
- [265] 鈴木 太郎, 北村 光教, 天野 嘉春, 橋詰 匠, “マルチパス判別を複合したタイトカップリング GPS/INS 複合航法による移動体位置推定,” 第 29 回日本ロボット学会学術講演会, 3I2-6, 2011
- [266] 藤井 悠人, 黒田 洋司, “Augmented Kalman Filter と識別訓練法を用いた屋外環境における逐次的運動モデルパラメータ推定,” 第 29 回日本ロボット学会学術講演会, 3I2-7, 2011
- [267] 入江 清, 友納 正裕, “市街地図と事前知識を利用した道路境界認識と自己位置推定,” 第 29 回日本ロボット学会学術講演会, 3I2-8, 2011
- [268] 藤井 亮暢, 田口 峻, 田中 稔, 久保田 文子, “パーソナルモビリティビークルにおける多人数回避経路計画,” 第 29 回日本ロボット学会学術講演会, 3I3-2, 2011

- [269] 鵜澤 寧大, 横山 修一, “多様体を応用したロボットの障害物回避経路生成に関する研究,” 第 29 回日本ロボット学会学術講演会, 3I3-3, 2011
- [270] 岩本 憲泰, 山本 元司, “実時間地図生成をおこなう掃引ロボットのための掃引面積予測モデルを用いたオンライン動作計画手法,” 第 30 回日本ロボット学会学術講演会, 2F3-3, 2012
- [271] 伊達 央, 滝田 好宏, 大川 真弥, “自律移動ロボットの歩行者の流れに合わせたナビゲーション,” 第 30 回日本ロボット学会学術講演会, 2F3-4, 2012
- [272] 藤岡 峻, 水川 真, 安藤 吉伸, 吉見 卓, “屋外自律移動ロボットへの地図情報を用いた経路情報設定に関する研究,” 第 30 回日本ロボット学会学術講演会, 2F3-5, 2012
- [273] 竹迫 翔平, 出村 公成, “特徴量マッチングを用いたウェイポイント推定,” 第 30 回日本ロボット学会学術講演会, 2F3-6, 2012
- [274] 芦澤 怜史, 岩田 隆之介, 櫻井 武司, 大道 武生, “環境にロバストなランドマークの敷設方法,” 第 30 回日本ロボット学会学術講演会, 2F3-7, 2012
- [275] 中村 優太, 藤本 康孝, “屋内環境における A* と PSO を組み合わせた経路計画,” 第 30 回日本ロボット学会学術講演会, 2F3-8, 2012
- [276] 日高 浩一, “カルマンフィルタにテンプレート画像を利用する移動運搬車用軌道認識画像更新方法の検討,” 第 30 回日本ロボット学会学術講演会, 2J1-4, 2012
- [277] 知久 健, 三浦 純, “複数道路モデルの切り替えによる複雑道路境界のオンライン推定,” 第 30 回日本ロボット学会学術講演会, 3F1-1, 2012
- [278] 庄司 和晃, 渡辺 寛望, 小谷 信司, “ロボットにより自動生成された 2.5 次元地図の評価,” 第 30 回日本ロボット学会学術講演会, 3F1-3, 2012
- [279] 作山 拓也, Figueroa Jorge, 宮崎 雄太, 太田 順, “小型移動ロボットによる台車を用いた大型物体の搬送～実機実装～,” 第 30 回日本ロボット学会学術講演会, 3F1-6, 2012
- [280] 柏崎 耕志, 小菅 一弘, 平田 泰久, 菅原 雄介, 神林 隆, 鈴木 公基, 村上 和則, 中村 健一, “複数移動ロボットを用いた車両搬送システム iCART II (第 7 報, 機械式駐車場の自動化に向けての要素技術統合),” 第 30 回日本ロボット学会学術講演会, 3F1-7, 2012
- [281] 松尾 恵輔, 三浦 純, “手書き地図とステレオ視を用いた屋外位置推定,” 第 30 回日本ロボット学会学術講演会, 4J1-1, 2012
- [282] 河野 正貴, 深瀬 勇太郎, 金森 洋史, 川端 祐基, 関口 智, 鳴海 智博, 木村 真一, “床点群模様を利用した移動ロボット位置検出,” 第 30 回日本ロボット学会学術講演会, 4J1-2, 2012
- [283] 監物 建秀, 小林 祐輔, 渡辺 寛望, 小谷 信司, “自律移動ロボットによる廊下環境のリアルタイム地図作成と自己位置推定,” 第 30 回日本ロボット学会学術講演会, 4J1-3, 2012
- [284] 山田 大地, 大矢 晃久, “路面環境地図に基づき系統誤差を校正するオドメトリ,” 第 30 回日本ロボット学会学術講演会, 4J1-4, 2012
- [285] 原 祥亮, 阪東 茂, 坪内 孝司, “Bayesian アプローチに基づき過信を防いだ Point Cloud マッチングによる自己位置推定の定式化,” 第 30 回日本ロボット学会学術講演会, 4J1-5, 2012
- [286] 阪東 茂, 原 祥亮, 坪内 孝司, “2 次元測域センサデータの空間周波数解析に基づくスキャンマッチング手法,” 第 30 回日本ロボット学会学術講演会, 4J1-6, 2012
- [287] 長澤 哲弥, 田崎 勇一, 鈴木 達也, “トポロジカルマップを用いた自律移動ロボットの能動的な位置推定,” 第 30 回日本ロボット学会学術講演会, 4J1-7, 2012

- [288] 中村 恭之, 田下 裕一, “擬似ユークリッドノルムに基づくパーティクルフィルタによる移動ロボットの自己位置同定,” 第 30 回日本ロボット学会学術講演会, 4J1-8, 2012
- [289] 高橋 和宏, 村松 聡, 富沢 哲雄, 尹 祐根, 工藤 俊亮, 末廣 尚士, “オクルージョンを考慮した尤度評価用地図を用いた空間観測モデルによる自己位置推定,” 第 30 回日本ロボット学会学術講演会, 4J2-1, 2012
- [290] 上原 一樹, 國井 康晴, “Unscented Kalman Filter による計測誤差推定と反復重複部推定の精度向上,” 第 30 回日本ロボット学会学術講演会, 4J2-2, 2012
- [291] 横塚 将志, 松本 治, “失敗復帰可能な Rao-Blackwellized サンプリングによる実時間 3 次元グリッドマップ SLAM 手法,” 第 30 回日本ロボット学会学術講演会, 4J2-3, 2012
- [292] 篠原 正俊, 横塚 将志, 松本 治, 尾崎 功一, “環境中の物体と磁場を用いた自己位置推定手法の開発,” 第 30 回日本ロボット学会学術講演会, 4J2-4, 2012
- [293] 赤井 直紀, SAM ANN RAHOK, 尾崎 功一, “環境磁場を用いた自律移動ロボットのナビゲーション手法,” 第 30 回日本ロボット学会学術講演会, 4J2-5, 2012
- [294] 藤川 太郎, 中嶋 秀朗, “パーソナルモビリティロボットの誘導支援を目的とした IR システムの提案,” 第 30 回日本ロボット学会学術講演会, 4J2-6, 2012
- [295] 高橋 大空, 高氏 秀則, 金子 俊一, “全方位画像の豊富差分を用いた移動ロボットの自己位置推定,” 第 30 回日本ロボット学会学術講演会, 4J2-8, 2012
- [296] 村松 聡, 富沢 哲雄, 松田 啓明, 工藤 俊亮, 末廣 尚士, “Web 上の航空写真を用いた移動ロボットの自己位置推定,” 第 30 回日本ロボット学会学術講演会, 4J3-2, 2012
- [297] 犀川 裕一, 森岡 一幸, “多種のセンサの適応的な統合と選択に基づく移動ロボットの自律走行,” 第 30 回日本ロボット学会学術講演会, 4J3-3, 2012
- [298] 齊藤 隆仁, 黒田 洋司, “GPS 及び画像場所認識を用いた複数観測値に基づく大域的自己位置推定システム,” 第 30 回日本ロボット学会学術講演会, 4J3-4, 2012
- [299] 高橋 佑弥, 黒田 洋司, “Optical Flow Odometry および GPS を用いた不整地における自己位置推定,” 第 30 回日本ロボット学会学術講演会, 4J3-5, 2012
- [300] 賈 漢超, 李 仕剛, “直線抽出による魚眼カメラの相対姿勢の推定,” 第 30 回日本ロボット学会学術講演会, 4J3-7, 2012
- [301] 田中 克明, 石井 裕之, 木下 新一, 石青, 杉田 光, 岡林 誠士, 菅原 雄介, 高西 淳夫, “自律移動型環境モニタリングロボットの開発,” 第 31 回日本ロボット学会学術講演会, 1H3-04, 2013
- [302] 西谷 一平, 松村 哲哉, 小澤 真裕美, 萬礼応, 高橋 正樹, “自律移動ロボットの動的制約を考慮した 3 次元 XY-T 空間経路計画—人間に道を譲る動きの実現—,” 第 31 回日本ロボット学会学術講演会, 1I1-05, 2013
- [303] 田中 義丸, 村瀬 和都, 垣内 洋平, 岡田 慧, 稲葉 雅幸, “オープンソースロボットソフトウェアを利用した移動案内ロボットの実現法およびクラウドブレインの提案,” 第 31 回日本ロボット学会学術講演会, 1I1-06, 2013
- [304] 古田 悠貴, 稲垣 祐人, 垣内 洋平, 岡田 慧, 稲葉 雅幸, “IRT ホームアシスタントロボットによる掃除片付け作業シーケンスの PR2 による実現,” 第 31 回日本ロボット学会学術講演会, 1I2-02, 2013
- [305] 西谷 一平, 松村 哲哉, 小澤 真裕美, 萬礼応, 高橋 正樹, “回転式揺動機構の 3DLRF の開発および精度評価,” 第 31 回日本ロボット学会学術講演会, 1N3-06, 2013
- [306] 渡辺 敦志, 阪東 茂, 辻 信行, 大矢 晃久, 油田 信一, “移動ロボット用二軸ブラシレスモータドライバの開発とオープンソースプラットフォームを用いた走行制御,” 第 31 回日本ロボット学会学術講演会, 3H1-01, 2013

- [307] 赤井 直紀, 尾崎 功一, “磁気および幾何情報を用いたマルチナビゲータによる自律移動ロボットのナビゲーション法の実装,” 第 31 回日本ロボット学会学術講演会, 3H2-01, 2013
- [308] 中村 優太, 藤本 康孝, “ループ環境における SLAM 手法の検証,” 第 31 回日本ロボット学会学術講演会, 3H2-02, 2013
- [309] 吉川 大地, 足立 勝, 安田 賢一, “屋内ロボットのための複数センサを用いたロバストな自己位置推定,” 第 31 回日本ロボット学会学術講演会, 3H2-03, 2013
- [310] 芦澤 怜史, 山下 道央, 広瀬 将司, 大道 武生, “移動ロボットの軌道自律生成のための簡素なランドマーク敷設ルール,” 第 31 回日本ロボット学会学術講演会, 3H2-04, 2013
- [311] 志村 皇洋, 安藤 吉伸, 吉見 卓, 水川 真, “人物追従ロボットのためのマルチキネクトセンサに関する研究,” 第 31 回日本ロボット学会学術講演会, 3H2-05, 2013
- [312] 落合 佑哉, 竹村 憲太郎, 高松 淳, 小笠原 司, “タッチ入力と自律移動を利用した複数移動ロボットの同時遠隔操作システム,” 第 31 回日本ロボット学会学術講演会, 3H2-06, 2013
- [313] 阪東 茂, 渡辺 敦志, 坪内 孝司, 辻 信行, 油田 信一, “ハードウェア情報もオープンにした研究用プラットフォームとしての標準的小型移動ロボット i-Cart mini,” 第 31 回日本ロボット学会学術講演会, 3H3-07, 2013
- [314] 大畔 裕, 田中 雅博, “レーザー距離センサによる反射が不確定な環境下での移動ロボットの自己位置推定,” 第 31 回日本ロボット学会学術講演会, 3J1-01, 2013
- [315] 中村 恭之, 脇田 翔平, “2D スキャンデータの合同変換に不変な特徴量 (CIF) を用いたロバストなスキャンマッチング,” 第 31 回日本ロボット学会学術講演会, 3J1-02, 2013
- [316] 安藤 雅淑, 田中 完爾, 稲垣 陽介, “圧縮 SLAM の研究: Bag-of-Bounding-Boxes による物体レベルでの視野画像検索,” 第 31 回日本ロボット学会学術講演会, 3J1-03, 2013
- [317] 金子 慎一郎, 藪下 雅裕, “パーティクルフィルタを用いたロボット周辺の局所地図合成による大域地図の生成と自己位置推定,” 第 31 回日本ロボット学会学術講演会, 3J1-04, 2013
- [318] 友納 正裕, “パッチマッチングによる大域自己位置推定のための画像エッジ点の対応づけ,” 第 31 回日本ロボット学会学術講演会, 3J1-05, 2013
- [319] 飯島 敏也, 松野 隆幸, 小柳 健一, 本吉 達郎, 大島 徹, “ジャイロセンサを用いたイメージモザイクに基づくカメラの姿勢推定,” 第 31 回日本ロボット学会学術講演会, 3J1-06, 2013
- [320] 児玉 亮, 栗栖 正充, “サスペンションの沈み込みを考慮したクローラ型ロボットの自己位置推定の補正,” 第 31 回日本ロボット学会学術講演会, 3J1-07, 2013
- [321] 上松 聡文, “外環境における移動ロボットの走行制御 ～第 1 回つくばチャレンジ～,” 第 8 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3C1-2, pp. 943 - 944, 2007
- [322] 森 康夫, “軽量、イージーコンストラクションのつくばチャレンジロボットをさぐる,” 第 8 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3C1-3, pp. 945 - 946, 2007
- [323] 橋本 尚久, 安達 弘典, 加藤 晋, 小森谷 清, 小木津 武樹, 大前 学, 関 修司, 平山 竜太郎, “ロボットチャレンジのための走行位置推定及び制御,” 第 8 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3C1-6, pp. 949 - 950, 2007
- [324] 伊藤 恒平, 村田 慎太郎, 山田 高德, “DGPS データと比例航法を用いた移動ロボットの誘導に関する一考察,” 第 8 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3C1-7, pp. 951 - 952, 2007
- [325] 黒田 洋司, 大森 保, 三瓶 元寛, 田村 侑也, 鶴田 玄太郎, 有田 大介, 斉藤 哲平, “屋外における複数センサによる長距離自律移動,” 第 8 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3C2-1, pp. 953 - 954, 2007

- [326] 吉田 智章, 小柳 栄次, 入江 清, 原 祥亮, 岡田 佳都, 永谷 圭司, “クローラ型移動ロボット Kenaf を使用した屋外自律走行システム,” 第 8 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3C2-2, pp. 955 - 956, 2007
- [327] 池田 将太, 佐藤 大介, 田原 敏策, 田淵 裕樹, 水川 真, 安藤 吉伸, “屋外自律移動ロボットの実装と要素技術,” 第 8 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3C2-3, pp. 957 - 958, 2007
- [328] 江口 裕也, 安藤 吉伸, 水川 真, “屋外環境下でのレーザレンジファインダを用いた移動可能領域の検出と走行制御,” 第 8 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3C2-4, pp. 959 - 960, 2007
- [329] 小池 琢也, 豊田 浩二, 中川 佐苗, 白坂 正宏, 原 紳, 鹿内 佳人, 尾崎 功一, “視覚を有する自律移動ロボットの歩道走行,” 第 8 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3C2-5, pp. 961 - 962, 2007
- [330] 富沢 哲雄, 高井 和夫, 川田 浩彦, 上村 聡文, 角 保志, 大場 光太郎, “北陽電機・産総研ジョイントチームによるつくばチャレンジへの取り組み - 複数の測域センサをベースとした実環境屋外長距離ナビゲーション-, ” 第 8 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3C2-6, pp. 963 - 964, 2007
- [331] 宮澤 克規, 根 和幸, 佐藤 徳孝, 伊藤 誠崇, 水本 尚志, 真野 隼人, 大原 伸介, 藤田 充典, 松野 文俊, “屋外環境における複合センサ群を用いた自律移動ロボットの開発 RWRC (Real World Robot Challenge) に向けて,” 第 8 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3C3-1, pp. 965 - 966, 2007
- [332] Drazen Brscic, 佐々木 毅, 周 森磊, 横井 一樹, 鄭 韶華, 橋本 秀紀, “実環境での走行を目指した自律移動ロボットの研究開発,” 第 8 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3C3-2, pp. 967 - 968, 2007
- [333] 國井 康晴, 今井 清貴, 賀田 寛夫, 篠塚 貴宏, 嶋貫 徹, 下川 裕亮, 鈴木 太郎, 新堀 拓也, “屋外活動移動ロボット「Beetle-One」の開発,” 第 8 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3C3-3, pp. 969 - 970, 2007
- [334] 澤田 健太郎, 鈴木 太郎, 村石 隆介, 目黒 淳一, 瀧口 純一, 橋詰 匠, “屋外環境下で用いる自律移動システムに関する研究 第 49 報 樹木に囲まれた遊歩道の自律走行に対する GPS 誘導方式への影響,” 第 8 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3C3-4, pp. 971 - 972, 2007
- [335] 水本 賢一, 石井 良輔, 大石 透, 藤崎 弘芳, 山崎 芳昭, 飯島 純一, “つくばチャレンジにおける自立移動ロボットの開発,” 第 8 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3C3-5, pp. 973 - 974, 2007
- [336] 坪内 孝司, Yoichi MORALES, 徳永 航, Alexander CARBALLO, 城吉 宏泰, 鈴木 祐輔, 油谷 篤志, 廣澤 敦, 長坂 善禎, “筑波大学知能ロボット研究室「屋外組」における屋外走行ロボットのシステムインテグレーション,” 第 8 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3C3-6, pp. 975 - 976, 2007
- [337] 山口 智也, 油田 信一, “移動ロボットによる測域センサを用いた歩道路の自律的追従走行,” 第 9 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1I1-1, pp. 345 - 346, 2008
- [338] 荒木 天外, 山城 容一郎, 怡土 順一, 竹村 憲太郎, 松本 吉央, 高松 淳, 小笠原 司, “ユニバーサルマップを利用したビューシーケンスの生成とナビゲーション,” 第 9 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1I1-2, pp. 347 - 348, 2008
- [339] Hyun Min DO, Yong-Shik KIM, Bong Keun KIM, Jae Hoon LEE, Tetsuo TOMIZAWA, Yasushi SUMI, Tamio TANIKAWA, Kohtaro OHBA, “Goal-directed Obstacle Avoidance Using Lane Method,” 第 9 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1I1-3, pp. 349 - 350, 2008
- [340] Nikolaus ZAOPUTRA, Kei OKADA and Masayuki INABA, “Image Features Based View-Sequence Navigation System for Automated Mobile Robot in Outdoor Environment,” 第 9 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1I1-4, pp. 351 - 352, 2008
- [341] 諸富 浩平, 油田 信一, “地形地図と 3 次元測域センサを用いた移動ロボットの自己位置推定,” 第 9 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1I2-1, pp. 359 - 360, 2008

- [342] 森 武俊, 佐藤 崇浩, 野口 博史, 下坂 正倫, 佐藤 知正, “動的環境における移動体検出を考慮した移動ロボットの自己位置推定,” 第 9 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 112-2, pp. 361 - 362, 2008
- [343] 松嶋 臣弥, 中後 大輔, 高瀬 國克, “iGPS を利用した AGV ナビゲーション法の研究,” 第 9 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 112-4, pp. 365 - 366, 2008
- [344] 藤本 勝治, 梶 洋隆, 根来 正憲, 吉田 睦, 水谷 浩幸, 斉藤 友也, 中村 克, “つくばチャレンジへの挑戦 (数少ない企業チームとして),” 第 9 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 113-2, pp. 369 - 370, 2008
- [345] 佐藤 陽介, 斎藤 健太, 菅原 昌弥, “自律型移動ロボットと人間との親和性,” 第 9 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 113-3, pp. 371 - 372, 2008
- [346] 永谷 圭司, 徳永 直木, 大木 健, 和田 史彦, “クローラ型ロボット KENAF をプラットフォームとした東北大学 永谷研のつくばチャレンジへの取り組み,” 第 9 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 113-4, pp. 373 - 374, 2008
- [347] 富沢 哲雄, 安田 国弘, 松尾 清史, 川田 浩彦, 李 在勲, 角 保志, 大場 光太郎, “北陽電機・産総研チームによるつくばチャレンジ 2008 への取り組み,” 第 9 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 113-5, pp. 375 - 376, 2008
- [348] 大島 章, 油田 信一, “つくばチャレンジ 2008 における走行制御アルゴリズム開発,” 第 9 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 114-1, pp. 377 - 378, 2008
- [349] 斉藤 哲平, 三瓶 元寛, 坂井 敦, 田中 智史, 黒田 洋司, “動的環境下における SLAM とそれに基づく自律ナビゲーション法に関する研究,” 第 9 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 114-2, pp. 379 - 380, 2008
- [350] 根 和幸, 佐藤 徳孝, 五十嵐 広希, 岩切 淳, 後藤 清宏, 金井 僚太郎, Chatterjee Ranajit, 松野 文俊, 金城 隆也, 田所 諭, 高森 年, “自律と操縦に対応した移動ロボット用 RTC の開発 第 7 報 : RWRC における屋外自律ナビゲーションシステムの開発,” 第 9 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 114-3, pp. 381 - 382, 2008
- [351] 根岸 佑也, 河口 信夫, 伊藤 誠悟, 但馬 竜介, 津坂 祐司, “つくばチャレンジにおける自律移動ロボットの構成と制御,” 第 9 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 114-4, pp. 383 - 384, 2008
- [352] 竹内 栄二郎, 大野 和則, 緑川 直樹, 鈴木 志穂子, 桜田 健, 石倉 路久, 宮原 直紀, 田所 諭, 五十嵐 広希, 金城 隆也, 高森 年, 松野 文俊, “自律と操縦に対応した移動ロボット用 RTC の開発 第 8 報 : 安全な長距離自律移動を目的とした能動的センシングシステム,” 第 9 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 114-5, pp. 385 - 386, 2008
- [353] 坪内 孝司, Yoichi MORALES, Alexander CARBALLO, 原 祥亮, 油谷 篤志, 城吉 宏泰, 廣澤 敦, 鈴木 祐輔, Mehrez KRISTOU, 山口 智也, 澤田 有希子, 森川 直樹, “つくばチャレンジ 2008 における筑波大学知能ロボット研究室「屋外組」の取り組み,” 第 9 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 114-6, pp. 387 - 388, 2008
- [354] 石田 卓也, 関口 誠, 原田 毅志, 岡村 公望, 福永 和海, 吉田 光治, 大矢 晃久, “富士ソフト・筑波大学ジョイントチームによるつくばチャレンジへの取り組み,” 第 9 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 114-7, pp. 389 - 390, 2008
- [355] 近藤 恭正, 三好 孝典, 寺嶋 一彦, 北川 秀夫, “全方向移動車椅子におけるハプティックフィードバックを用いた誘導型操作支援システム,” 第 8 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1K2-2, pp. 383 - 384, 2007
- [356] 徳永 航, Yoichi MORALES, 坪内 孝司, “広角カメラ画像を用いた屋外ロボットナビゲーションのための DGPS 測位値弁別,” 第 8 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2F1-5, pp. 643 - 644, 2007
- [357] 大川 一也, 柴田 匠, Tran Duy Vu, 田中 佳之, 杉嵩 充, 井上 直之, 藻垣 彰人, “ステアリング型ロボットによる屋外自律走行システム,” 第 9 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2I1-1, pp. 757 - 758, 2008
- [358] 村田 翔吾, 川端 祥, 小倉 宏典, 伊藤 恒平, “つくばチャレンジ参加用自律移動ロボットの開発,” 第 9 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2I1-2, pp. 759 - 760, 2008

- [359] 浜本 祐貴, 原 圭吾, “LRF センサと GPS を用いたクローラ型移動ロボットの開発,” 第 9 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2I1-3, pp. 761 - 762, 2008
- [360] 水本 賢一, 岸 啓太, 鈴木 祐生, 水島 俊一, 飯島 純一, 山崎 芳昭, “つくばチャレンジにおける自律移動ロボットの開発～GPS と方位センサによる自律走行の検討～,” 第 9 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2I1-4, pp. 763 - 764, 2008
- [361] 江口 裕也, 池田 貴久, 上野 洋輔, 中澤 文彬, 江利川 堯, 安藤 吉伸, 水川 真, “芝浦工業大学ロボティクス研究室における屋外用自律移動ロボットの研究開発,” 第 9 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2I1-5, pp. 765 - 766, 2008
- [362] 坂本 巧, 岩崎 健吾, 小林 誠, 谷 正史, 鈴木 亮一, 小林 伸明, “自律走行ロボットの開発 一経路追従と道路検出について一,” 第 9 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2I1-6, pp. 767 - 768, 2008
- [363] 佐々木 毅, 周 森磊, 横井 一樹, Leon Palafox, 田村 一, Laszlo Attila Jeni, Peshala Gehan Jayasekara, 橋本 秀紀, “実環境における移動ロボットナビゲーションシステムの研究開発,” 第 9 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2I2-1, pp. 769 - 770, 2008
- [364] 柳澤 斉, 奥田 誠, 武藤 一利, 井上 誠喜, “オフロード用カメラキャリアによる自律走行実験,” 第 9 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2I2-2, pp. 771 - 772, 2008
- [365] 神谷 栄治, “つくばチャレンジにおける屋外用自律移動ロボットの制御と実装,” 第 9 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2I2-3, pp. 773 - 774, 2008
- [366] 吉田 智章, 吉村 尚秀, 入江 清, 桐林 星河, 小柳 栄次, “クローラ型移動ロボット Kenaf を使用した屋外自律走行システム,” 第 9 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2I2-4, pp. 775 - 776, 2008
- [367] 國井 康晴, 青木 貴規, 青山 洋士, 浮田 光樹, 金阿弥 惇也, 中野 寿男, 森谷 浩太, “RWRC に向けた研究室内プロジェクト及び Beetle-One2008 の開発,” 第 9 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2I2-5, pp. 777 - 778, 2008
- [368] 滝田 好宏, 伊達 央, 笠井 健司, 西川 尚紀, “実世界環境のための移動ロボット Smart Dump 2,” 第 9 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2I2-6, pp. 779 - 780, 2008
- [369] 酒井 大介, 鷹栖 堯大, 高橋 彬, 藤田 恒彦, 水川 真, 安藤 吉伸, “路面画像によるデッドレコニングを用いた屋外用自律移動ロボットの開発,” 第 9 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2I3-1, pp. 781 - 782, 2008
- [370] 上村 幸男, 奥村 高士, 曾羽 真也, 高橋 美勝, 今村 彰隆, 吉川 良平, 畑野 吉雄, 今村 博昭, 古山 寛一, 松尾 博, 松村 吉雄, 馬頭 晃, 森田 寿一, 野村 健次, “ハイブリッド GPS を用いた自律制御型ロボットシステム,” 第 9 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2I3-2, pp. 783 - 784, 2008
- [371] 田村 侑也, 鈴木 正隆, 石井 朗, 吉澤 寿朗, 黒田 洋司, “屋外動的環境下における自律移動ロボットのためのステレオビジョンシステム,” 第 9 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2I3-3, pp. 785 - 786, 2008
- [372] 豊田 浩二, 中川 佐苗, 小池 琢也, 小高 慎一朗, 井上一道, 横塚 将志, 野永 裕太, 大澤 茂治, 鹿内 佳人, 原 紳, 尾崎 功一, “視覚を有する自律モジュール群によるナビゲーションシステムの構築,” 第 9 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2I3-4, pp. 787 - 788, 2008
- [373] 佐藤 文彦, 橋口 宏衛, 加藤 健吾, “簡易GPS移動体を発展させた自律移動システムの開発,” 第 9 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2I3-5, pp. 789 - 790, 2008
- [374] 西村 聡, 竹村 裕, 溝口 博, “ロボット化日用品による対人追従一ついてくるショッピングカート一,” 第 8 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3K2-3, pp. 1232 - 1233, 2007

- [375] 橋本 尚久, 横塚 将志, 竹園 年延, 鈴木 雄介, 松本 治, “つくばチャレンジ用自律移動車椅子型ロボット-グリッドマップによるマップマッチングによる位置推定-,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1B1-1, pp. 36 - 37, 2009
- [376] 永谷 圭司, 大木 健, 桐林 星河, 大竹 一樹, “三次元距離センサを搭載するクローラ型移動ロボットを用いた東北大学永谷研のつくばチャレンジへの取り組み,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1B1-2, pp. 38 - 41, 2009
- [377] 光部 晃匡, 道木 加絵, 道木 慎二, 鳥井 昭宏, “つくばチャレンジ参加に向けた屋外型自律移動ロボットの開発,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1B1-4, pp. 44 - 45, 2009
- [378] 山川 拓哉, 長谷川 浩介, 沢辺 航, 中田 貴人, 小林 一行, 渡辺 嘉二郎, “JAUS 準拠の自律移動ロボットの開発,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1B1-5, pp. 46 - 47, 2009
- [379] 吉田 智章, 入江 清, 友納 正裕, 小柳 栄次, “つくばチャレンジ 2009 における屋外自律走行システムの開発,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1B1-6, pp. 48 - 49, 2009
- [380] 山澤 貴史, 島野 広之, 山内 啓右, 出村 公成, “つくばチャレンジ 2009 完走に向けた金沢工業大学 demura.net チームのロボット開発,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1B1-7, pp. 50 - 52, 2009
- [381] 石田 卓也, 関口 誠, 岡村 公望, 福永 和海, 大矢 晃久, “富士ソフト・筑波大学ジョイントチームによるつくばチャレンジ 2009 への取り組み,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1B2-2, pp. 57 - 60, 2009
- [382] 黒田 洋司, 齊藤 哲平, 三瓶 元寛, 鶴田 玄太郎, 坂井 敦, 鈴木 正隆, 石井 朗, 寺田 英介, 三橋 雅仁, “都市環境内における自律走行システムに関する研究,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1B2-3, pp. 61 - 64, 2009
- [383] 花島 直彦, 小西 敏幸, 水島 達哉, 菅井 祐太郎, 大門 亮太, 白木 一成, 上野 圭佑, 小野 良太, 名畑 将平, 大島 亮, 新野 湧平, “ものづくり基盤センターにおけるロボプロジェクトと自律移動ロボット「PONCO-II」の開発,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1B2-4, pp. 65 - 66, 2009
- [384] 石黒 佑樹, 安田 瑛, 石田 宏司, 座間 勇輔, 真山 勝博, 鷹栖 亮大, 藤田 恒彦, 田中 基雅, 水川 真, 安藤 吉伸, 吉見 卓, 小林 和雄, 石川 浩, 坂入 隆, 広瀬 紳一, “RTC-CANopen を用いた屋外用自律移動ロボットの開発,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1B2-5, pp. 67 - 69, 2009
- [385] 原 祥亮, 小野 幸彦, 中拓 久哉, 山田 弘幸, 城吉 宏泰, 大島 章, 池田 慎太郎, 田中 航, 岡 和道, 松原 満, 網野 梓, 柄川 索, “ピッチ・ロール傾斜させた 2D 測域センサを用いた屋外自律移動のための 3D 環境形状の取得,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1B3-1, pp. 70 - 73, 2009
- [386] 奥野 宣広, 阿部羅 祐太, 今西 達也, 辻 武克, 三宅 宏和, 伊藤 恒平, “自律移動ロボットの自己位置推定と地図作成に関する一考察,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1B3-2, pp. 74 - 75, 2009
- [387] 伊達 央, 滝田 好宏, 笠井 健司, 長沢 健斗, “自律移動ロボット Smartdump3 による公道走行実験,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1B3-3, pp. 76 - 79, 2009
- [388] 大川 一也, 大堀 正貴, 坂巻 智彦, 御簾納 陽介, 杉寄 充, 藻垣 彰人, “ステアリング型ロボットによる屋外自律走行システム-測域センサとジャイロに基づく走行アルゴリズム-,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1B3-4, pp. 80 - 81, 2009
- [389] 坂本 巧, 谷 正史, 鈴木 亮一, 小林 伸明, “自律走行ロボットの開発-経路追従と道路検出の精度向上について-,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1B3-5, pp. 82 - 83, 2009

- [390] 上村 幸男, 川口 高寛, 川村 健太, 梅 黎明, 今村 彰隆, 吉川 良平, 上垣内 悠介, 熊谷 優介, 今村 博昭, 松尾 博, 野村 健次, “単眼画像による自律制御型移動ロボットシステム,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1B3-6, pp. 84 - 86, 2009
- [391] 緩利 圭輔, 山口 裕太, 佐伯 豪介, 山木 義喜, 大木 洗太郎, 藤川 貴史, 渡邊 直也, 西口 敏司, 井上 雄紀, 佐野 睦夫, “人間の歩行と融和するナビゲーションロボットの実現を目指して,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1B4-1, pp. 87 - 90, 2009
- [392] 関口 尚大, Geoffrey Biggs, 鈴木 圭介, 安藤 慶昭, Mathias Clerc, 谷川 民生, 小島 一浩, 神徳 徹雄, “RoLo に準拠した RT コンポーネントによる移動ロボットシステム,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1B4-2, pp. 91 - 92, 2009
- [393] 村松 聡, 田中 秀幸, 金 奉根, 角 保志, 松本 吉央, 富沢 哲雄, 末廣 尚士, “産総研・電通大による自律移動ロボットの実現,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1B4-3, pp. 93 - 95, 2009
- [394] 國井 康晴, 安西 哲也, 生田 博久, 植草 友貴, 漆間 大佑, 片岡 満, 久保 翔太, 小山 順平, 嶋田 彰範, 佐藤 友哉, “RWRC への挑戦: Project Before 2009,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1B4-4, pp. 96 - 97, 2009
- [395] 葉山 清輝, 入江 博樹, 工藤 友裕, “つくばチャレンジ 2009 における熊本高専の取り組み,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1B4-5, pp. 98 - 99, 2009
- [396] Yu Yu Lwin, Onuki Daisuke, Yoshio Yamamoto, “Scenario-based Trajectory Planning in Look-ahead Control of a Wheeled Mobile Robot,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1B4-6, pp. 100 - 103, 2009
- [397] 上野 洋輔, 安藤 吉伸, 吉見 卓, 水川 真, “屋外自律移動ロボットの歩道における長距離移動に関する研究,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1O2-3, pp. 928 - 929, 2009
- [398] 高須賀 直一, 田中 孝之, 金子 俊一, “不整地環境における測域センサを用いた移動ロボットの自己位置認識,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1O2-4, pp. 930 - 933, 2009
- [399] 下川 裕亮, 金阿彌 惇也, 國井 康晴, “反復重複部推定を用いた広域マップ生成システムの実装試験,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1O2-5, pp. 934 - 935, 2009
- [400] 中澤 文彬, 安藤 吉伸, 吉見 卓, 水川 真, “地図ソフトウェアを用いた屋外自律移動ロボットのためのランドマーク地図作成とそれを用いた自己位置修正に関する研究,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1O2-6, pp. 936 - 938, 2009
- [401] 藤井 孟, 池田 貴久, 安藤 吉伸, 吉見 卓, 水川 真, “金属ランドマークを用いた自律移動ロボットの自己位置推定に関する研究,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1O3-1, pp. 943 - 944, 2009
- [402] 俣野 雄紀, 永井 伊作, 渡辺 桂吾, “特徴点を用いた高速かつ高精度な床画像追跡,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1O3-2, pp. 945 - 947, 2009
- [403] 金阿彌 惇也, 久保 翔太, 國井 康晴, “反復重複部推定を用いた自己位置推定システムの構築,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1O3-4, pp. 951 - 952, 2009
- [404] 江利川 堯, 安藤 吉伸, 吉見 卓, 水川 真, “地図ソフトウェアを用いた屋外自律移動ロボットの経路生成に関する研究,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1O4-1, pp. 957 - 958, 2009
- [405] 品田 和洋, 油田 信一, “簡単な経路情報による移動ロボットの自律的屋内ナビゲーション ~廊下やエレベータホールよりなる環境における走行経路指示と走行方法~, ” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1O4-2, pp. 959 - 962, 2009

- [406] 山口 智也, 油田 信一, “測域センサを用いた交差点自律走行の手法 ～屋外長距離自律走行に関する技術研究～,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1O4-3, pp. 963 - 966, 2009
- [407] 青山 洋士, 鈴木 太郎, 國井 康晴, “軌道補正を用いた遠隔操縦システムにおける自律軌道計画と評価,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1O4-4, pp. 967 - 968, 2009
- [408] 三瓶 元寛, 齋藤 哲平, 鈴木 正隆, 黒田 洋司, “自律移動ロボットのロバストなナビゲーションのための情報統合法,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1O4-5, pp. 969 - 971, 2009
- [409] 鈴木 太郎, 青山 洋士, 國井 康晴, “移動体の走行画像を用いた特徴地形追従型ナビゲーションシステムの構築,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1O4-6, pp. 972 - 974, 2009
- [410] 阪東 茂, 油田 信一, “建物内における壁の直角・平行な特徴を用いた移動ロボットの環境地図構築,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1O4-8, pp. 979 - 982, 2009
- [411] 後藤 清宏, 五十嵐 広希, 佐藤 徳孝, 根 和幸, 松野 文俊, 田所 論, 高森 年, 齋藤 俊久, “自律と操縦に対応した移動ロボット用 RTC の開発 第 13 報:速度制約領域を考慮した自律移動ロボットの实機検証,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2B1-1, pp. 983 - 986, 2009
- [412] 和田 佑二, 志田 至, 江里口 優, 神田 敦司, 久保 俊明, 松井 利紀, アミール・A・F・ナシライ, 石井 和男, “確率的手法を用いた自己位置推定システムの開発,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2B1-2, pp. 987 - 989, 2009
- [413] 新井 啓文, 宮城 慶介, 秋元 俊成, 寺田 信幸, “屋外自律移動ロボットの研究開発,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2B1-3, pp. 990 - 991, 2009
- [414] 多羅尾 進, 江口 洋丞, 山内 元貴, 山本 啓史, 青木 宏之, “つくばチャレンジに向けた屋外自立走行ロボット高尾 1 号の開発—Linux ベースの制御システム構築—,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2B1-4, pp. 992 - 993, 2009
- [415] 岩田 耕大, 河口 信夫, 伊藤 誠悟, 下岡 和也, 但馬 竜介, “つくばチャレンジ 2009 における自律移動ロボット “IVEE” の戦略,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2B1-5, pp. 994 - 995, 2009
- [416] 但馬 慶行, 村上 奨, 田原 敏策, 大山 裕也, 小林 敬介, 中内 靖, “実世界移動ロボットアーキテクチャの提案- UT United における取り組み -,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2B1-6, pp. 996 - 998, 2009
- [417] 小高 慎一郎, 井上 一道, 野永 裕太, 手塚 崇文, 大山 貴史, 飯野 倫行, 吉田 大輔, 尾崎 功一, “親和性を考慮した自律移動ロボットデザイン,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2B2-1, pp. 999 - 1000, 2009
- [418] 鹿内 佳人, Samann Rahok, 尾崎 功一, “環境磁場に基づいた移動ロボットの自律走行,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2B2-2, pp. 1001 - 1002, 2009
- [419] 長尾 確, 大平 茂輝, 安田 知加, 森 直史, 井上 泰佑, 岸 佳奈恵, “障害物を回避しながら目的地に自律的に移動する個人用知的移動体,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2B2-3, pp. 1003 - 1004, 2009
- [420] 渡辺 敦志, 品田 和洋, 阪東 茂, 油田 信一, “つくばチャレンジ 2009 における走行制御アルゴリズム開発,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2B2-4, pp. 1005 - 1008, 2009
- [421] 金井 克友, 浦野 和典, 塩谷 敏, 太田 直哉, “画像認識による自己位置推定と障害物検出,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2B2-5, pp. 1009 - 1012, 2009
- [422] 宮内 雄志, 杉江 広葵, 眞那田 勝也, 近藤 秀平, 田中 俊和, 小堀 友之, 水越 康太郎, 松元 明弘, “つくばチャレンジ 2009 用屋外自律移動ロボットのナビゲーション,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2B2-6, pp. 1013 - 1014, 2009

- [423] Peshala Gehan Jayasekara, 鯉坂 志門, 中村 壮亮, 佐々木毅, 田村 一, 橋本 秀紀, “つくばチャレンジに向けた自律移動ロボット “Transformer ’08 to ’09” の研究開発,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3B1-1, pp. 1382 - 1384, 2009
- [424] 伊藤 壮太, “つくばチャレンジに向けた自律移動システムの開発,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3B1-2, pp. 1385 - 1386, 2009
- [425] 鈴木 太郎, 中村 敦, 長田 真一, 三好 大地, “つくばチャレンジ 2009 における屋外自律移動システムの開発,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3B1-3, pp. 1387 - 1390, 2009
- [426] 上野 洋輔, 中澤 文彬, 江利川 堯, 田畠 和順, 藤井 孟, 安藤 吉伸, 吉見 卓, 水川 真, “芝浦工業大学ロボティクス研究室における屋外用自律移動ロボットの開発,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3B1-4, pp. 1391 - 1392, 2009
- [427] 神谷 栄治, “つくばチャレンジにおける屋外用自律移動ロボットの制御と実装,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3B1-5, pp. 1393 - 1394, 2009
- [428] 原 孝, 園田 隆, 佐藤 雅紀, 石井 和男, “不整地移動を目的とした車輪型移動ロボットの開発,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3B1-6, pp. 1395 - 1397, 2009
- [429] 竹内 栄二郎, 山崎 将史, 田中 一志, 大野 和則, 田所 諭, 斎藤 俊久, 五十嵐 広希, 松野 文俊, 高森 年, “自律と操縦に対応した移動ロボット用 RTC の開発 第 14 報 : 屋外自律移動システムの RT-Middleware による分散処理,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3B2-1, pp. 1398 - 1401, 2009
- [430] 富山 隆志, “屋外自律移動ロボットにおける信頼性向上のためのまじめな工学的アプローチ,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3B2-2, pp. 1402 - 1403, 2009
- [431] 實吉 敬二, 岩田 啓明, 押田 康太郎, 岡 雄平, “センサーにステレオカメラのみを用いた自律走行車,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3B2-3, pp. 1404 - 1405, 2009
- [432] 森川 直樹, チャンド・アネッシュ・ネーシャル, 木下 和樹, 坪内 孝司, “つくばチャレンジ 2009 における「屋外組」のビジョンアプローチ,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3B2-4, pp. 1406 - 1408, 2009
- [433] 柳澤 斉, 武藤 一利, 藤井 真人, “オフロード用カメラキャリアによる自律走行実験 (第二報),” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3B2-5, pp. 1409 - 1410, 2009
- [434] 坪内 孝司, 森川 直樹, 澤田 有希子, Aneesh Neeschal Chand, 阪東 茂, 岡田 悠図, 椎名 誠, 腰原 裕一, 識名 拓, 木下 和樹, Yoichi Morales, “つくばチャレンジ 2009 における筑波大学知能ロボット研究室「屋外組」の取組み,” 第 10 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3B2-6, pp. 1411 - 1414, 2009
- [435] 緩利 圭輔, 藤川 貴史, 星野 仁義, 諸隈 功, 石谷 孝夫, 濱邊 良充, 小山 晃司, 角 哲郎, 西口 敏司, 小松 信雄, 井上 雄紀, 佐野 睦夫, “実世界における自律移動ロボットの地図生成と自己位置推定,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1A1-1, pp. 7 - 10, 2010
- [436] 新井 啓文, 秋元 俊成, 寺田 信幸, “PHS を用いた移動ロボットナビゲーションシステム,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1A1-2, pp. 11 - 12, 2010
- [437] 山田 大地, 石田 卓也, 関口 誠, 岡村 公望, 福永 和海, 大矢 晃久, “富士ソフト・筑波大学ジョイントチームによるつくばチャレンジ 2010 への取組み,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1A1-3, pp. 13 - 16, 2010
- [438] 岸 啓太, 石島 大介, 本田 光一, 松本 篤, 清本 次郎, 武居 豊綱, 飯島 純一, 山崎 芳昭, “つくばチャレンジにおける自律移動ロボットの開発 ～GPS とレートジャイロによる自律走行の検討～,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1A1-4, pp. 17 - 20, 2010

- [439] 大川 一也, 勝亦 俊二, 高橋 周平, 高井 浩明, “屋外自律走行のためのビットマップ画像への情報蓄積,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1A1-5, pp. 21 - 23, 2010
- [440] 上野 洋輔, 中澤 文彬, 荒木 学, 安藤 吉伸, 吉見 卓, 水川 真, “2010 年度芝浦工業大学ロボティクス研究室における屋外用自律移動ロボットの開発,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1A1-6, pp. 24 - 26, 2010
- [441] 佐橋 翔太, 川村 英史, 長谷川 忠大, “屋外自律移動ロボット ”MML-01 ”の開発,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1A2-2, pp. 31 - 32, 2010
- [442] 光部 見匡, 道木 加絵, 道木 慎二, 鳥井 昭宏, “愛知工業大学知的システム研究室のつくばチャレンジ 2010 参加へ向けた自律移動ロボット開発の取り組み,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1A2-3, pp. 33 - 34, 2010
- [443] 入江 清, 吉田 智章, 小柳 栄次, 友納 正裕, “つくばチャレンジ 2010 に向けた屋外ナビゲーションシステム,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1A2-4, pp. 35 - 37, 2010
- [444] 北村 光教, 安岡 洋一, 間野 直哉, 鈴木 太郎, “高精度 GNSS 測位技術を用いたつくばチャレンジ 2010 における屋外自律移動システムの開発,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1A2-5, pp. 38 - 39, 2010
- [445] 李 忠鍾, 宮城 慶介, 秋元 俊成, 寺田 信幸, “パンチルトカメラによる画像特徴点を利用したロボットナビゲーション,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1A3-1, pp. 40 - 41, 2010
- [446] 大平 杏奈, 安田 瑛, 勝 あゆみ, 田畑 伸頼, 代宮司 隼人, 前田 佳男, 山口 健太, 水川 真, 安藤 吉伸, 吉見 卓, 河田 文昭, 与沢 信行, 小川 弘和, “屋外用自律移動ロボット 「PAR-10」 の開発,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1A3-2, pp. 42 - 44, 2010
- [447] 友利 直矢, 前山 祥一, 渡辺 桂吾, “屋外自律移動ロボット 「YOU TRY」 の開発,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1A3-3, pp. 45 - 48, 2010
- [448] 江口 純司, 水谷 克也, 尾崎 功一, “DGPS を用いた自己姿勢の推定に基づく屋外自律移動技術の構築,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1A3-4, pp. 49 - 52, 2010
- [449] 山澤 貴史, 出村 公成, “自律移動ロボットの動的な走行経路生成,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1A3-5, pp. 53 - 55, 2010
- [450] 平井 雅尊, 村松 聡, 岩井 純一, 佐藤 晶則, 御堂丸 圭介, 富沢 哲雄, 工藤 俊亮, 末廣 尚士, “四輪車両型自律移動ロボットの開発,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1A4-1, pp. 56 - 59, 2010
- [451] 平野 悠太, 塩谷 敏昭, 角田 勇樹, 小平 浩之, DZUL FAHMI, 太田 直哉, “自律移動ロボットのための SURF 特徴点の 3 次元復元地図に基づく自己位置推定,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1A4-2, pp. 60 - 62, 2010
- [452] 山本 啓史, 鈴木 修一, 青木 宏之, “自律走行型ロボットへの画像処理の検討,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1A4-3, pp. 63 - 64, 2010
- [453] 横塚 将志, 鈴木 雄介, 橋本 尚久, 安達 弘典, 山下 明宏, 松本 治, “市街地環境を自律走行する車いす - マルチ・リサンプリングによる位置推定 -,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1A4-4, pp. 65 - 66, 2010
- [454] 関根 嵩泰, 宮内 雄志, 真那田 勝也, 近藤 秀平, 田中 俊和, 松元 明弘, “人の移動軌跡を利用したロボットの走行可能領域推定,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1A4-5, pp. 67 - 69, 2010
- [455] 奥村 亮, 竹村 裕, 正 溝口 博, “LRF を用いた移動ロボットのための対人並走に関する研究,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1B3-1, pp. 105 - 107, 2010

- [456] 本仲 君子, 前山 祥一, 渡辺 桂吾, “人頻度地図を用いた人の存在を考慮した移動ロボットのナビゲーション,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1B3-5, pp. 119 - 122, 2010
- [457] 長坂 直樹, 伊藤 誠悟, 但馬 竜介, “歩道環境移動ロボットのためのレーザ測距計による走行可能領域検出,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1B4-1, pp. 123 - 126, 2010
- [458] 倉舗 圭太, 深尾 隆則, 石山 健二, 神谷 剛志, 村上 則幸, “パーティクルフィルタによる自己位置推定と逆最適制御を用いた果樹園 UGV の巡回走行,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1B4-2, pp. 127 - 130, 2010
- [459] 瀧田 祐一, 高橋 駿弥, 相川 浩輝, 藤田 茂, “つくばチャレンジ向け自律走行ロボット制御プログラム開発,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2A1-1, pp. 997 - 998, 2010
- [460] 藤本 勝治, 齊藤 友也, 藤田 晴康, 田端 伸章, 田中 哲朗, 藤本 猛志, 高間 和志, “研究用途としての電動車イスシステムの開発,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2A1-2, pp. 999 - 1001, 2010
- [461] 宮下 隼輔, 塚田 雄輝, 大塚 崇広, 倉持 真人, 丸岡 泰, 渡辺 明, 内村 裕, “屋外環境における自律移動ロボットの制御,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2A1-3, pp. 1002 - 1004, 2010
- [462] 石黒 岳生, 一澤 勝弘, 小椋 慎祐, 熊田 紘, 林 達也, 伊藤 聡一郎, 内田 成一, 高橋 永次, 吉澤 将, 林原 靖男, “千葉工業大学林原研究室による屋外自律移動ロボットの開発,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2A1-4, pp. 1005 - 1007, 2010
- [463] 西川 佑輝, 寺田 英介, 藤井 悠人, 三橋 雅仁, 黒田 洋司, “つくばチャレンジ 2010 における周辺状況に応じた自律移動システム,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2A1-5, pp. 1008 - 1011, 2010
- [464] 岩田 耕大, 河口 信夫, “仮想化環境を用いた自律移動ロボット開発ワークショップ,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2A2-1, pp. 1012 - 1013, 2010
- [465] 渡辺 敦志, 品田 和洋, 阪東 茂, 油田 信一, “測域センサを用いた道の検出と道なり走行及び交差点認識に基づく移動ロボットの自律ナビゲーション,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2A2-2, pp. 1014 - 1017, 2010
- [466] 篠原 正俊, 横塚 将志, 尾崎 功一, “屋外環境における SURF を基とした移動ロボットの自己位置認識,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2A2-3, pp. 1018 - 1020, 2010
- [467] 坂野 優樹, 植草 健太郎, 伊藤 恒平, “つくばチャレンジ 2010 参加自律ロボットの開発,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2A2-4, pp. 1021 - 1022, 2010
- [468] 原 祥亮, 大島 章, 小野 幸彦, 山本 健次郎, “3D 点群の等密度な重心位置による形状表現と重力方向の制約を活用したマッチングによる自己位置推定,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2A2-5, pp. 1023 - 1026, 2010
- [469] 野永 裕太, 吉田 大輔, 井上 一道, 飯野 倫行, 手塚 崇文, 菊地 里紗, 尾崎 功一, “自律移動ロボット MAUV の開発,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2A2-6, pp. 1027 - 1030, 2010
- [470] 實吉 敬二, 岩田 啓明, 押田 康太郎, 岡 雄平, 西久保 直輝, 黒川 愛香, “ステレオカメラのみによる自律走行車,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2A3-1, pp. 1031 - 1032, 2010
- [471] 中林 達彦, 竹岡 年延, 奥村 純平, “移動ロボットサブロー in つくばチャレンジ 2010,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2A3-2, pp. 1033 - 1035, 2010
- [472] 永谷 圭司, 大木 健, 佐藤 毅一, 山内 元貴, “東北大学永谷研のつくばチャレンジへの取り組み-詳細な環境情報を含まないトポロジーマップによる大域ナビゲーション-,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2A3-3, pp. 1036 - 1037, 2010

- [473] 金兌ヒョン, 後藤 清宏, 五十嵐 広希, 根和 幸, 佐藤 徳孝, 松野 文俊, 高森 年, 齋藤 俊久, “自律と操縦に対応した移動ロボット用 RTC の開発 第 20 報確率的自己位置推定と速度制約を考慮した軌道生成法,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2A3-4, pp. 1038 - 1041, 2010
- [474] 麥田 憲司, 井谷 優, 岩城 敏, “倒立振り型移動ロボットプラットフォームの開発,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2A3-5, pp. 1042 - 1043, 2010
- [475] 竹内 栄二郎, 山崎 将史, 田中 一志, 大野 和則, 田所 諭, 齋藤 俊久, 五十嵐 広希, 松野 文俊, 高森 年, “自律と操縦に対応した移動ロボット用 RTC の開発 第 21 報: RT-Middleware を用いた屋外自律移動システムの複数 PC による分散処理,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2A3-6, pp. 1044 - 1047, 2010
- [476] 上野 洋輔, 安藤 吉伸, 吉見 卓, 水川 真, “屋外自律移動ロボットのセンサフュージョンにおける場所による局所の変化を考慮した重み付け手法の開発提案,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2O1-1, pp. 1642 - 1643, 2010
- [477] 松本 光広, 油田 信一, “屋内環境で用いる携帯型システムのための三次元移動量推定・環境地図生成アルゴリズム,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2O1-2, pp. 1644 - 1647, 2010
- [478] 日永田 佑介, 末永 剛, 竹村 憲太郎, 高松 淳, 小笠 原司, “L-0 ノルム最小化による動的環境下に適用可能な SLAM,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2O1-3, pp. 1648 - 1651, 2010
- [479] 塩谷 敏昭, 平野 悠太, 角田 勇樹, 小平 浩之, DZUL FAHMI, 太田 直哉, “屋外型自律移動ロボットのための SURF 特徴マッチングの高速化,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2O2-2, pp. 1659 - 1662, 2010
- [480] 角田 勇樹, 塩谷 敏昭, 平野 悠太, 小平 浩之, DZUL FAHMI, 太田 直哉, “自律移動ロボットのための路面パターン認識に基づく自己位置推定,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2O2-3, pp. 1663 - 1665, 2010
- [481] 阪東 茂, 油田 信一, “測域センサによるスキャンデータの 2 次元パワースペクトルに基づく特徴的な方向の検出 建物内における壁の直角・平行な特徴を用いた SLAM 手法 II,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2O2-4, pp. 1666 - 1669, 2010
- [482] 大川 功, 野中 謙一郎, “リアルタイム自己位置推定・障害物検出とモデル予測制御による車両ロボットの障害物回避,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2O2-5, pp. 1670 - 1673, 2010
- [483] 森武 俊, 佐藤 崇浩, 黒田 藍子, 栗原 誠, 田中 雅行, 下坂 正倫, 福井 類, 佐藤 知正, 野口 博史, “航空写真・電子地図に基づく複数レーザ測域スキャンデータを用いた屋外マップ構築,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2O3-1, pp. 1674 - 1677, 2010
- [484] 矢口 裕明, Anthony Isaac, 山本 邦彦, 吉海 智晃, 岡田 慧, 稲葉 雅幸, “RT ミドルウェアによる移動ロボットのためのハイブリッドナビゲーションシステムの構築,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2O3-4, pp. 1686 - 1688, 2010
- [485] 中澤 文彬, 安藤 吉伸, 吉見 卓, 水川 真, “Google マップから作成したランドマーク地図による屋外自律移動ロボットの自己位置修正に関する研究,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2O3-5, pp. 1689 - 1692, 2010
- [486] 山川 拓哉, 長谷川 功介, 中田 貴人, 高橋 一成, 横田 忠至, 長 卓弥, 江川 潤, 藤田 昌央, 渡辺 嘉二郎, 小林 一行, “移動ロボットのためのポテンシャル法を用いた JAUS 準拠ローカルウェイポイントドライバの開発,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3A1-1, pp. 1693 - 1695, 2010
- [487] 田中 一志, 山崎 将史, 竹内 栄二郎, 大野 和則, 田所 諭, “屋外自律移動のための移動物体検知モジュール群,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3A1-2, pp. 1696 - 1697, 2010

- [488] 伊達 央, 滝田 好宏, ブイ・クワン・ズン, “自律移動ロボット Smart Dump 4 による環境認識と自己位置推定,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3A1-3, pp. 1698 - 1699, 2010
- [489] 山崎将史, 竹内 栄二郎, 田中 一志, 大野 和則, 田所 諭, “不可視衛星を考慮した GPS による位置推定 RT-Component の開発,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3A1-4, pp. 1700 - 1703, 2010
- [490] NGUYEN DUY HINK, 鳥 熙乾, 鮎澤 秀夫, 岩倉 大輔, 野波 健, “可動式赤外線距離センサを有する自律移動ロボットによる障害物回避,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3A1-5, pp. 1704 - 1707, 2010
- [491] 博多 哲也, 葉山 清輝, 入江 博樹, 工藤 友裕, “つくばチャレンジ 2010 に向けた小型軽量ロボットの改善の取り組み,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3A2-1, pp. 1708 - 1709, 2010
- [492] 五十嵐 広希, 木村 哲也, 松野 文俊, “屋外自律移動ロボットの実証実験における安全対策について,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3A2-2, pp. 1710 - 1713, 2010
- [493] 坪内 孝司, 森川 直樹, イアムロクシリ アヌソーン, 岡田 悠凶, 椎名 誠, 阪東 茂, 木下 和樹, 識名 拓, 清水 雄太, 谷垣 絢太, 木村 剛実, 田所 裕貴, “つくばチャレンジ 2010 における筑波大学知能ロボット研究室「屋外組」の取組み,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3A2-3, pp. 1714 - 1717, 2010
- [494] 富山 隆志, “低精度の自己位置推定下における外界センサ主導型ナビゲーションおよび走行制御,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3A2-4, pp. 1718 - 1719, 2010
- [495] ジェフ ビグズ, 中坊 嘉宏, 栗原 真二, 李 賢徳, 金 湘宰, 姜 榮煥, 金 泰成, 韓 相勳, 安藤 慶昭, 小島 一浩, 角 保志, 本間 敬子, 水口 大知, 尾暮 拓也, 神徳 徹雄, “自律移動ロボットをターゲットとした コンポーネントベース開発プロセスの検証,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3A2-5, pp. 1720 - 1721, 2010
- [496] 藻垣 彰人, 大川 一也, 加藤 秀雄, 樋口 静一, “自動駐車における動作モデルの誤差を考慮した経路計画,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3O1-1, pp. 2191 - 2194, 2010
- [497] 山蔦 良知, 下坂 正倫, 野口 博史, 森 武俊, 佐藤 知正, “ステレオカメラからのビジュアルオドメトリに基づく簡易な屋内平面地図を用いた自己位置推定,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3O1-2, pp. 2195 - 2198, 2010
- [498] 品田 和洋, 油田 信一, “部屋番号の読み取りによる詳しい地図を持たない自律移動ロボットの屋内ナビゲーション,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3O1-3, pp. 2199 - 2202, 2010
- [499] 酒井 大介, 水川 真, “障害物の属性による自律移動ロボットの安全制御,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3O1-5, pp. 2207 - 2208, 2010
- [500] 寺田 英介, 鈴木 正隆, 斉藤 哲平, 黒田 洋司, “長距離路面推定による速度制御システム,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3O2-1, pp. 2209 - 2212, 2010
- [501] 渡辺 敦志, 阪東 茂, 品田 和洋, 椎名 誠, 木下 和樹, 識名 拓, 小松原 浩二, 大矢 晃久, 油田 信一, “小型自律移動ロボットのバンパに貼りつける静電容量型帯状感圧センサ,” 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3O2-4, pp. 2221 - 2224, 2010
- [502] 鈴木 智也, 橋本 雅文, 高橋 和彦, “知的電動車椅子の危険回避のためのマルチレイザースペースト走行路認識,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1M1-6, pp. 0935 - 0938, 2011
- [503] 戸田岸 尚宏, 山下 光久, 花島 直彦, “自律型移動体のための屋内ナビゲーションシステム角度ベース人工ポテンシャル法による局所的なナビゲーション,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1M4-2, pp. 0987 - 0988, 2011
- [504] 山下 遼, 項 警宇, 田崎 勇一, 稲垣 伸吉, 鈴木 達也, “自己位置の不確かさの変化を考慮した移動ロボットの行動計画,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1M4-3, pp. 0989 - 0992, 2011

- [505] 大川 剛史, 鈴木 昭二, “壁沿い走行のための全方位カメラを利用した廊下との位置関係の把握,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1M4-4, pp. 0993 - 0996, 2011
- [506] 銭 嘉珞, 大川 一也, 加藤 秀雄, 樋口 静一, “2 つの特徴点間の距離に基づく対応点抽出によるビジュアルオドメトリの精度向上,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1N3-1, pp. 1050 - 1052, 2011
- [507] 佐橋 翔太, 川村 英史, 長谷川 忠大, “カメラ画像内の特徴点によるオプティカルフローを用いた自律移動ロボットのナビゲーションの検証,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1N3-2, pp. 1053 - 1054, 2011
- [508] 芦澤 怜史, 青木 秀典, 都築 駿一, 櫻井 武司, 山下 道央, 大道 武生, “環境にロバストな自己位置同定路面センサの研究,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1N3-3, pp. 1055 - 1058, 2011
- [509] 山中 啓史, 森岡 一幸, “画像マッチングと FastSLAM に基づく簡略化した環境地図を利用した移動ロボットナビゲーション,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1N4-2, pp. 1068 - 1071, 2011
- [510] 江川 知宏, 公文 誠, “移動に伴う測域センサ情報の歪み補正,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1N4-3, pp. 1072 - 1075, 2011
- [511] 識名 拓, 油田 信一, “通行人によるオクルージョンを考慮した ICP スキャンマッチングによる環境地図の生成,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1N4-4, pp. 1076 - 1079, 2011
- [512] 河端 悟, 東原 智幸, 渥美 雅保, “LRF 搭載移動ロボットのパーティクルフィルタに基づく複数人物位置推定,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1N4-5, pp. 1080 - 1083, 2011
- [513] 岡部 真也, 中嶋 将, 林 誠司, 伊藤 恒平, “つくばチャレンジ 2011 参加自律移動ロボットの開発,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1O1-1, pp. 1084 - 1085, 2011
- [514] 入江 清, 吉田 智章, 小柳 栄次, 友納 正裕, “つくばチャレンジ 2011 に向けた長距離ナビゲーションシステム,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1O1-2, pp. 1086 - 1089, 2011
- [515] 高柳 渉, 梁 盛濬, 安藤 充宏, 柿並 俊明, 大矢 晃久, “つくばチャレンジ 2011 参加レポート,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1O1-3, pp. 1090 - 1093, 2011
- [516] 高橋 一成, 長 卓弥, 横田 忠至, 天野 亮祐, 森山 成仁, 小林 一行, 渡辺 嘉二郎, “固有値による自己位置補正機能付き JAUS 準拠 Local Pose Component の開発,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1O1-4, pp. 1094 - 1097, 2011
- [517] 新井 雅海, 中村 壮亮, 鯨坂 志人, 橋本 秀紀, “LRF を用いた地図生成及び自己位置推定における特徴点の抽出,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1O1-5, pp. 1098 - 1101, 2011
- [518] 北村 光教, 渡邊 輝, 安岡 洋一, 鈴木 太郎, 天野 嘉春, 橋詰 匠, “つくばチャレンジ 2011 における自律移動ロボットの開発,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1O1-6, pp. 1102 - 1103, 2011
- [519] 本田 光一, 清本 次郎, 大嶋 沙羅, 松本 篤, 飯島 純一, 山崎 芳昭, “つくばチャレンジにおける自律移動ロボットの開発 ～レーザ式測域センサと GPS とレートジャイロの組み合わせによる自律走行の検討～,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1O2-2, pp. 1108 - 1111, 2011
- [520] 緩利 圭輔, 大神 仁, 橋本 和樹, 森家 大治, 小山 晃司, 宮脇 健三郎, 西口 敏司, 小松 信雄, 井上 雄紀, 佐野 睦夫, “屋内外のセンシング環境に適応できるロボットナビゲーション,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1O2-3, pp. 1112 - 1114, 2011
- [521] 川村 英史, 佐橋 翔太, 長谷川 忠大, “屋外自律移動ロボット “MML-02” の開発,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1O2-4, pp. 1115 - 1116, 2011

- [522] 高橋 周平, 大川 一也, 加藤 秀雄, 樋口 静一, “屋外自律走行のための特徴的な環境情報の抽出とその情報に基づく自己位置推定,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1O3-1, pp. 1117 - 1120, 2011
- [523] 多羅尾 進, 大森 実, 佐々木 理, 石塚 裕澄, 堀 三晟, 青木 宏之, “屋外自立走行ロボット高尾 1 号の環境認識機能強化,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1O3-2, pp. 1121 - 1122, 2011
- [524] 伊藤 聡一郎, 高橋 永次, 下條 和真, 野崎 耕平, 林原 靖男, “全方位パノラマ画像の SURF 特徴量を用いたナビゲーションシステム,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1O3-3, pp. 1123 - 1126, 2011
- [525] 丸岡 泰, 塚田 雄輝, 宮下 隼輔, 小林 大輔, 小宮 康平, 中田 春樹, 内村 裕, “つくばチャレンジ 2011 における自律移動ロボット「やまぶき」の開発,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1O3-4, pp. 1127 - 1130, 2011
- [526] 金 兌ヒョン, 根 和幸, 安部 祐一, 新 隼人, 五十嵐 広希, 松野 文俊, 田所 諭, 高森 年, 齋藤 俊久, “自律と操縦に対応した移動ロボット用 RTC の開発 第 22 報 速度制約領域を考慮した軌道計画の改良と検証,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1O3-5, pp. 1131 - 1134, 2011
- [527] 横塚 将志, 鈴木 雄介, 橋本 尚久, 山下 明宏, 松本 治, “実環境における自律走行車椅子の実証実験,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1O3-6, pp. 1135 - 1136, 2011
- [528] 赤井 直紀, 篠原 正俊, Sam Ann Rahok, 尾崎 功一, “マルチナビゲータによる自律移動ロボットの動作生成,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1O4-1, pp. 1137 - 1139, 2011
- [529] 関根 嵩泰, 畠山 巧夢, 松元 明弘, “人の移動軌跡を利用した走行可能領域推定に基づく局所的ナビゲーション,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1O4-2, pp. 1140 - 1142, 2011
- [530] 谷本 和城, 羽根田 友希, 秋谷 駿行, 一澤 勝弘, 小椋 慎祐, 南方 英明, 林原 靖男, “自律二足歩行ロボットの屋外歩行に関する検討,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1O4-3, pp. 1143 - 1146, 2011
- [531] 藤岡 峻, 石黒 佑樹, 石田 宏司, 眞山 勝博, 大平 杏奈, 田畑 伸頼, 前田 佳男, 山口 健太, 大島 雄介, 大橋 和貴, 二坂 良平, 伏見 正嗣, 水川 真, 安藤 吉伸, 吉見 卓, 坂本 武志, “屋外用自律移動ロボット「PAR-11」の開発,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1O4-4, pp. 1147 - 1149, 2011
- [532] 藤岡 峻, 水川 真, 安藤 吉伸, 吉見 卓, “屋外自律移動ロボットにおける地図情報を用いた経路設定に関する提案,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1O4-5, pp. 1150 - 1152, 2011
- [533] 原 祥亮, 坪内 孝司, 油田 信一, “ROS プラットフォームを用いた屋外自律移動ロボットの開発,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1O4-6, pp. 1153 - 1154, 2011
- [534] 篠原 正俊, 吉田 大輔, 井上 一道, Sam Ann Rahok, 片寄 浩平, 島田 遼, 尾崎 功一, “環境磁場とマップマッチングを用いたナビゲーション手法の開発,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2O1-1, pp. 1740 - 1743, 2011
- [535] 江口 純司, 尾崎 功一, “つくばチャレンジ 2011 における自律移動ロボットの開発,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2O1-2, pp. 1744 - 1747, 2011
- [536] 李 忠鍾, 新井 啓文, 宮城 慶介, 秋元 俊成, 寺田 信幸, “複数センサとパーティクルフィルタによる移動ロボットの自己位置推定,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2O1-3, pp. 1748 - 1749, 2011
- [537] 識名 拓, 山田 大地, 木下 和樹, 油田 信一, “つくばチャレンジ 2011 における自己位置推定および動作計画の工夫,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2O1-4, pp. 1750 - 1753, 2011
- [538] 金石 有平, 鈴木 高史, Alejandro Israel Barragan Diaz, 吉留 忠史, 河原崎 徳之, “神奈川工科大学による屋外自立走行ロボットの開発,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2O1-5, pp. 1754 - 1756, 2011

- [539] 犀川 裕一, 森岡 一幸, “占有格子地図を基にした屋外自立走行ロボットの開発,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2O1-6, pp. 1757 - 1760, 2011
- [540] 塩谷 敏昭, 小暮 和重, 太田 直哉, “最小ハードウェアの自律走行ロボット,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2O2-1, pp. 1761 - 1764, 2011
- [541] 中林 達彦, 森田 華子, 横田 恵助, 浅野 明日香, 竹田 年延, 奥村 純平, 坪内 孝司, “移動ロボットサブロー in つくばチャレンジ 2011,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2O2-2, pp. 1765 - 1768, 2011
- [542] 三橋 雅仁, 永田 祐也, 齊藤 隆仁, 上妻 洋明, 宮崎 権太郎, 黒田 洋司, “つくばチャレンジにおける明治大学の取り組み 広く一般道を走行可能とする汎用的自律移動システムを目指して,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2O2-3, pp. 1769 - 1772, 2011
- [543] 渡辺 敦志, 阪東 茂, 油田 信一, “道なり走行と交差点認識および方位検出に基づく移動ロボットの屋外自律ナビゲーション,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2O2-4, pp. 1773 - 1776, 2011
- [544] 竹内 栄二郎, 田中 一志, 廣 信利, 福井 貴久, 李 昭暉, 菅原 直樹, 荒川 尚吾, 大野 和則, 田所 諭, 斎藤 俊久, 五十嵐 広希, 松野 文俊, 高森 年, “自律と操縦に対応した移動ロボット用 RTC の開発 第 23 報: 自律移動 RTC 群を用いた屋内外ナビゲーション,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2O2-5, pp. 1777 - 1780, 2011
- [545] 松田 啓明, 村松 聡, 林 直宏, 高橋 和宏, 小川 雅也, 佐藤 雄也, 富沢 哲雄, 工藤 俊亮, 末廣 尚士, “自由空間領域モデルおよび画像情報に基づいた自己位置推定,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2O2-6, pp. 1781 - 1784, 2011
- [546] 大谷 洋介, 村松 聡, 平井 雅尊, 佐藤 晶則, 富沢 哲雄, 工藤 俊亮, 末廣 尚士, “公共空間を自律移動する電動カートの開発 自由空間領域モデルの 3 次元拡張と四輪車両特有の障害物回避,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3O1-1, pp. 2468 - 2471, 2011
- [547] 高橋 駿弥, 瀧田 祐一, 山崎 達郎, 藤田 茂, “つくばチャレンジ 2011 に向けた自律移動ロボットの制御プログラムの開発,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3O1-2, pp. 2472 - 2473, 2011
- [548] 博多 哲也, 葉山 清輝, 入江 博樹, 工藤 友裕, “つくばチャレンジ 2011 に向けた小型ロボットの開発,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3O1-3, pp. 2474 - 2475, 2011
- [549] 田所 裕貴, 木村 剛実, 清水 雄太, 谷垣 絢太, 佐藤 功太, 横島 英明, 川本 駿, 水野 拓郎, 山本 祥太郎, 阪東 茂, 坪内 孝司, “つくばチャレンジ 2011 における筑波大学知能ロボット研究室「屋外組」の取り組み,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3O1-4, pp. 2476 - 2479, 2011
- [550] 木村 剛実, 田所 裕貴, 山本 祥太郎, 水野 拓郎, 木下 和樹, 坪内 孝司, “筑波大学知能ロボット研究室「屋外組」による屋外環境における誘引ベクトル法に基づくナビゲーション,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3O1-5, pp. 2480 - 2483, 2011
- [551] 川本 駿, 田所 裕貴, 識名 拓, 坪内 孝司, “屋外自律移動ロボットにおけるリアルタイムセンサデータと内部状態の可視化,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3O1-6, pp. 2484 - 2487, 2011
- [552] 松岡 純生, 橋口 宏衛, “屋外自律移動体における障害物回避アルゴリズムの開発,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3O2-1, pp. 2488 - 2491, 2011
- [553] 安藤 吉伸, 中澤 文彬, 丸山 寛勝, 小島 元紀, 吉見 卓, 水川 真, “2011 年度芝浦工業大学ロボティクス研究室における屋外用自律移動ロボットの開発,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3O2-2, pp. 2492 - 2494, 2011
- [554] NGUYEN DUY HINH, 鳥 熙乾, 鮎澤 秀夫, 岩倉 大輔, 藤原 大悟, 野波 健蔵, “屋外環境における詳細な地図を用いない UGV の自律制御,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3O2-3, pp. 2495 - 2498, 2011

- [555] 田原 敏策, 奥山 弘祐, 大山 裕也, 但馬 慶行, 村上 奨, 中内 靖, “実世界における自律移動ロボットの開発,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3O2-4, pp. 2499 - 2501, 2011
- [556] 米田 圭佑, 山口 直輝, 有松 和之, レイノルズ ジェームズ 俊介, 菅原 英剛, 飯田 翔太郎, “学生サークルによる屋内外自律移動ロボットの開発,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3O2-5, pp. 2502 - 2503, 2011
- [557] 伊達 央, 大川 真弥, 滝田 好宏, “市街地の自律走行における輝度情報付 3 次元スキャンデータの活用,” 第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3O2-6, pp. 2504 - 2505, 2011
- [558] 福井 貴久, 竹内 栄二郎, 大野 和則, 田所 諭, “自由空間観測モデルを用いた位置推定の屋外での長期間実験による安定性検証,” 第 13 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1E1-1, pp. 0367 - 0370, 2012
- [559] 原田 康平, 和田 正義, “移動体の高精度位置計測システムに関する基礎的研究,” 第 13 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1E1-2, pp. 0371 - 0374, 2012
- [560] 齊藤 隆仁, 黒田 洋司, “GPS 及び画像場所認識による場所依存のないロバスト自己位置推定,” 第 13 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1E1-3, pp. 0375 - 0380, 2012
- [561] 市村 彰啓, 水内 郁夫, “全方位カメラ画像の特徴量に基づくトポロジカルマップを用いた自己位置推定及びナビゲーション,” 第 13 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1E1-4, pp. 0381 - 0384, 2012
- [562] 岡田 伸也, 鈴木 智, 河村 隆, 石井 崇大, 藤澤 陽平, “RGB-D カメラを用いた 3 次元環境地図作成,” 第 13 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1E1-5, pp. 0385 - 0388, 2012
- [563] 山田 大地, 大矢 晃久, “路面環境地図に基づくオドメトリの系統誤差の校正 —多様な路面における有効性の検証—,” 第 13 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1E2-1, pp. 0389 - 0394, 2012
- [564] 原 祥亮, 阪東 茂, 坪内 孝司, “最大事後確率推定により過信を防いだ Point Cloud マッチングによる自己位置推定,” 第 13 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 1E2-4, pp. 0407 - 0410, 2012
- [565] 近藤 正人, 小林 祐一, 金子 透, 平松 裕二, 藤井 北斗, 木戸 徹, 神谷 剛志, 今井 浩久, “屋外不整地環境での無人車両ナビゲーションのための大域的動作計画,” 第 13 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 2K2-5, pp. 1754 - 1757, 2012
- [566] 関根 陸, 前田 彬, 福田 靖, 大森 隆司, “移動障害物を回避する自律移動ロボットの経路計画,” 第 13 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3E3-2, pp. 2125 - 2126, 2012
- [567] 小棚木 隆史, 市川 健太郎, 竹岡 年延, 鳥毛 明, “放射能測定システムを構築するための屋外自律移動ナビゲーションの取り組み,” 第 13 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3E3-5, pp. 2137 - 2140, 2012
- [568] 山下 道央, 櫻井 武司, 都築 駿一, 芦澤 怜史, 大道 武生, “GPS を活用した走行精度向上に関する研究,” 第 13 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3E3-6, pp. 2141 - 2143, 2012
- [569] 熊原 渉学, 増山 岳人, 田村 雄介, 山下 淳, 浅間 一, “局所経路情報と歩行者流情報を活用した動的環境下での移動ロボットナビゲーション,” 第 13 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3E4-1, pp. 2144 - 2149, 2012
- [570] 平井 雅尊, 富沢 哲雄, 工藤 俊亮, 末廣 尚士, “移動サービスアプリケーションのための経路マップを用いたナビゲーション,” 第 13 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3E4-2, pp. 2150 - 2153, 2012
- [571] 山中 啓史, 森岡 一幸, “ハイブリッド環境地図を利用した移動ロボットナビゲーションシステムの開発,” 第 13 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3E4-4, pp. 2159 - 2162, 2012
- [572] 水野 拓郎, 田所 裕貴, 坪内 孝司, “視覚による路面の走行可能尤度を用いる屋外移動ロボットの道沿い走行,” 第 13 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3E4-5, pp. 2163 - 2167, 2012

- [573] 上田 泰士, 中村 亮介, 網野 梓, “人のすれ違い特性分析に基づくロボットの障害物回避技術の開発,” 第 13 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3E4-6, pp. 2168 - 2171, 2012
- [574] 田所 裕貴, 大矢 晃久, “カメラを搭載した移動ロボットによる監視システム —すれ違う自転車の移動速度推定と搭乗者の記録タイミングの検討—,” 第 13 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 3F1-1, pp. 2172 - 2177, 2012
- [575] Jakob Ziegler, Henrik Kretzschmar, Cyrill Stachniss, Giorgio Grisetti and Wolfram Burgard, “Accurate Human Motion Capture in Large Areas by Combining IMU-and Laser-Based People Tracking,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 86 - 91, 2011
- [576] Henrik Kretzschmar, Cyrill Stachniss and Giorgio Grisetti, “Efficient Information-Theoretic Graph Pruning for Graph-Based SLAM with Laser Range Finders,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 865 - 871, 2011
- [577] Christopher Weyers and Gilbert Peterson, “Improving Occupancy Grid FastSLAM by Integrating Navigation Sensors,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 859 - 864, 2011
- [578] Peter Abeles, “Robust Local Localization for Indoor Environments with Uneven Floors and Inaccurate Maps,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 475 - 481, 2011
- [579] Philip David and Sean Ho, “Orientation Descriptors for Localization in Urban Environments,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 494 - 501, 2011
- [580] Joydeep Biswas, Brian Coltin and Manuela Veloso, “Corrective Gradient Refinement for Mobile Robot Localization,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 73 - 78, 2011
- [581] Nagasaka Tomomi and Tanaka Kanji, “An Incremental Scheme for Dictionary-based Compressive SLAM,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 872 - 879, 2011
- [582] Sajad Saeedi, Liam Paull, Michael Trentini and Howard Li, “Multiple Robot Simultaneous Localization and Mapping,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 853 - 858, 2011
- [583] Sajad Saeedi, Liam Paull, Michael Trentini and Howard Li, “Neural Network-based Multiple Robot Simultaneous Localization and Mapping,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 880 - 885, 2011
- [584] Jari Saarinen, Janne Paanajärvi and Pekka Forsman, “Best-First Branch and Bound Search Method for Map Based Localization,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 59 - 64, 2011
- [585] Yu Fu, Stephen Tully, George Kantor and Howie Choset, “Monte Carlo Localization using 3D Texture Maps,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 482 - 487, 2011
- [586] Dorian Gálvez-López and Juan D. Tardós “Real-Time Loop Detection with Bags of Binary Words,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 51 - 58, 2011
- [587] Tae-kyeong Lee, Seongsoo Lee and Se-young Oh, “A Hierarchical RBPF SLAM for Mobile Robot Coverage in Indoor Environments,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 841 - 846, 2011
- [588] Jano Yazbeck, Alexis Scheuer, Olivier Simonin and François Charpillet, “Improving near-to-near lateral control of platoons without communication,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 4103 - 4108, 2011

- [589] Ali Gurcan Ozkil, Zhun Fan, Jizhong Xiao, Steen Dawids, Jens Klætrup Kristensen, Kim Hardam Christensen, “Mapping of Multi-Floor Buildings: A Barometric Approach,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 847 - 852, 2011
- [590] Martin Magnusson and Håkan Almqvist, “Consistent Pile-Shape Quantification for Autonomous Wheel Loaders,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 4078 - 4083, 2011
- [591] John Vial, Hugh Durrant-Whyte and Tim Bailey, “Conservative Sparsification for Efficient and Consistent Approximate Estimation,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 886 - 893, 2011
- [592] Christopher Rasmussen, Yan Lu and Mehmet Kocamaz, “Integrating Stereo Structure for Omnidirectional Trail Following,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 4084 - 4090, 2011
- [593] Guoquan P. Huang, Anastasios I. Mourikis and Stergios I. Roumeliotis, “An Observability-Constrained Sliding Window Filter for SLAM,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 65 - 72, 2011
- [594] Xun S. Zhou, Ke X. Zhou and Stergios I. Roumeliotis, “Optimized Motion Strategies for Localization in Leader-Follower Formations,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 98 - 105, 2011
- [595] Zvi Shiller and Sanjeev Sharma, “High Speed On-Line Motion Planning in Cluttered Environments,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 596 - 601, 2012
- [596] Keisuke Matsuo and Jun Miura, “Outdoor Visual Localization with a Hand-Drawn Line Drawing Map using Fast-SLAM with PSO-based Mapping,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 202 - 207, 2012
- [597] Feihu Zhang, Hauke Stahle, Andre Gaschler, Christian Buckl and Alois Knoll, “Single Camera Visual Odometry Based on Random Finite Set Statistics,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 559 - 566, 2012
- [598] Cassius Z. Resende, Ricardo Carelli, Teodiano F. Bastos-Filho and Mario Sarcinelli-Filho, “Embedding Obstacle Avoidance to Trajectory Tracking for Unicycle Mobile Robots,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 2228 - 2233, 2012
- [599] Alejandro Vázquez-Otero, Jan Faigl and Alberto P. Muñozuri, “Path Planning based on Reaction-Diffusion Process,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 896 - 901, 2012
- [600] Masashi Yokozuka, Yusuke Suzuki, Naohisa Hashimoto and Osamu Matsumoto, “Robotic Wheelchair with Autonomous Traveling Capability for Transportation Assistance in an Urban Environment,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 2234 - 2241, 2012
- [601] Zhenping Sun, Qingyang Chen, Yiming Nie, Daxue Liu and Hangen He, “Ribbon Model based Path Tracking Method for Autonomous Land Vehicle,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 1220 - 1226, 2012
- [602] Wikus Brink, Corné E. van Daalen and Willie Brink, “Probabilistic outlier removal for robust landmark identification in stereo vision based SLAM,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 2822 - 2827, 2012

- [603] Ming Liu, Cédric Pradalier, Francois Pomerleau, Roland Siegwart “The role of homing in visual topological navigation,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 567 - 572, 2012
- [604] Roman Marchant and Fabio Ramos, “Bayesian Optimisation for Intelligent Environmental Monitoring,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 2242 - 2249, 2012
- [605] Ran Liu, Artur Koch and Andreas Zell, “Path Following with Passive UHF RFID Received Signal Strength in Unknown Environments,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 2250 - 2255, 2012
- [606] Forrest Rogers-Marcovitz, Michael George, Neal Seegmiller and Alonzo Kelly, “Aiding Off-Road Inertial Navigation with High Performance Models of Wheel Slip,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 215 - 222, 2012
- [607] Chin-Kai Chang, Christian Siagian, Laurent Itti, “Mobile Robot Monocular Vision Navigation Based on Road Region and Boundary Estimation,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 1043 - 1050, 2012
- [608] Michael P. Vitus, Wei Zhang, Claire J. Tomlin, “A Hierarchical Method for Stochastic Motion Planning in Uncertain,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 2253 - 2268, 2012
- [609] Erion Plaku, “Path Planning with Probabilistic Roadmaps and Co-Safe Linear Temporal Logic,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 2269 - 2275, 2012
- [610] R. Qiu, Z. Ji, A. Noyvirt, A. Soroka, R. Setchi, D.T. Pham, S. Xu, N. Shivarov, L. Pigni, G. Arbeiter, F. Weisshardt, B. Graf, M. Mast, L. Blasi, D. Facal, M. Rooker, R. Lopez, D. Li, B. Liu, G. Kronreif, and P. Smrz, “Towards Robust Personal Assistant Robots: Experience Gained in the SRS Project,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 1651 - 1657, 2012
- [611] Takeshi Chiku and Jun Miura, “On-line Road Boundary Estimation by Switching Multiple Road Models using Visual Features from a Stereo Camera,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 4939 - 4944, 2012
- [612] Jürgen Sturm, Nikolas Engelhard, Felix Endres, Wolfram Burgard and Daniel Cremers, “A Benchmark for the Evaluation of RGB-D SLAM Systems,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 573 - 580, 2012
- [613] B. Liu, D. Li, R. Qiu, Y. Yue, C. Maple and S. Gu, “Fuzzy Optimisation Based Symbolic Grounding for Service Robots,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 1658 - 1664, 2012
- [614] Giorgio Grisetti, Rainer Kummerle, Kai Ni, “Robust Optimization of Factor Graphs by using Condensed Measurements,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 581 - 588, 2012
- [615] Hugues Sert, Wilfrid Perruquetti, Annemarie Kokosy, Xin Jin and Jorge Palos, “Localizability of unicycle mobiles robots: an algebraic point of view.,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 223 - 228, 2012
- [616] Henry Carrillo, Yasir Latif, José Neira and José A. Castellanos, “Fast Minimum Uncertainty Search on a Graph Map Representation,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 2504 - 2511, 2012

- [617] Bradford Neuman and Anthony Stentz, “Anytime Policy Planning in Large Dynamic Environments with Interactive Uncertainty,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 2670 - 2677, 2012
- [618] Philippe Giguere, Ioannis Rekleitis and Maxime Latulippe, “I see you, you see me: Cooperative Localization through Bearing-Only Mutually Observing Robots,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 863 - 869, 2012
- [619] Consuelo Granata and Philippe Bidaud, “A framework for the design of person following behaviors for social mobile robots,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 4652 - 4659, 2012
- [620] Jörg Röwekämper, Christoph Sprunk, Gian Diego Tipaldi, Cyrill Stachniss, Patrick Pfaff and Wolfram Burgard, “On the Position Accuracy of Mobile Robot Localization based on Particle Filters Combined with Scan Matching,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 3158 - 3164, 2012
- [621] Oscar De Silva, George K. I. Mann and Raymond G. Gosine, “Development of a relative localization scheme for ground-aerial multi-robot systems,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 870 - 875, 2012
- [622] Vasumathi Raman, Bingxin Xu and Hadas Kress-Gazit, “Avoiding Forgetfulness: Structured English Specifications for High-Level Robot Control with Implicit Memory,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 1233 - 1238, 2012
- [623] Hiroharu Kato, Tatsuya Harada and Yasuo Kuniyoshi, “Visual Anomaly Detection from Small Samples for Mobile Robots,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 3171 - 3178, 2012
- [624] Jens-Steffen Gutmann, Philip Fong and Mario E. Munich “Localization in a Vector Field Map,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 3144 - 3151, 2012
- [625] Christopher Mei, “Robust and Accurate Pose Estimation for Vision-based Localisation,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 3165 - 3170, 2012
- [626] Dong-Geol Choi, Inwook Shim, Yunsu Bok, Tae Hyun Oh and In So Kweon, “Autonomous Homing Based on Laser-Camera Fusion System,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 2512 - 2518, 2012
- [627] Jawad Masood, Matteo Zoppi and Rezia Molfino, “Investigation of Personal Mobility Vehicle Stability and Maneuverability under Various Road Scenarios,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 4859 - 4869, 2012
- [628] Yang Liu and Hong Zhang, “Visual Loop Closure Detection with a Compact Image Descriptor,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 1051 - 1056, 2012
- [629] Venkatraman Narayanan, Mike Phillips, and Maxim Likhachev, “Anytime Safe Interval Path Planning for Dynamic Environments,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 4708 - 4715, 2012
- [630] Jong Jin Park, Collin Johnson and Benjamin Kuipers, “Robot Navigation with Model Predictive Equilibrium Point Control,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 4945 - 4952, 2012
- [631] Yung Siang Liau, Qun Zhang, Yanan Li and Shuzhi Sam Ge, “Non-Metric Navigation for Mobile Robot Using Optical Flow,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 4953 - 4958, 2012

- [632] Benjamin Cohen, Ioan A. Sucas and Sachin Chitta, “A Generic Infrastructure for Benchmarking Motion Planners,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 589 - 595, 2012
- [633] Tue-Cuong Dong-Si and Anastasios I. Mourikis “Estimator Initialization in Vision-aided Inertial Navigation with Unknown Camera-IMU Calibration,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 1064 - 1071, 2012
- [634] Junghun Suh and Songhwa Oh, “A Cost-Aware Path Planning Algorithm for Mobile Robots,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 4724 - 4729, 2012
- [635] Mohammad Deghat, Edwin Davis, Tianlong See, Iman Shames, Brian D. O. Anderson and Changbin Yu, “Target Localization and Circumnavigation by a Non-holonomic Robot,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 1227 - 1232, 2012
- [636] Yoichi Morales Nagasrikanth Kallakuri Kazuhiro Shinozawa Takahiro Miyashita Norihiro Hagita, “Human-Comfortable Navigation for an Autonomous Robotic Wheelchair,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 2737 - 2743, 2013
- [637] Ran Liu, Artur Koch and Andreas Zell, “Mapping UHF RFID Tags with a Mobile Robot using a 3D Sensor Model,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 1589 - 1594, 2013
- [638] Michael Otte, Nikolaus Correll, and Emilio Frazzoli, “Navigation with Foraging,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 3150 - 3157, 2013
- [639] Noriaki Hirose, Ryosuke Tajima and Kazutoshi Sukigara, “Personal Robot Assisting Transportation to Support Active Human Life – Posture Stabilization based on Feedback Compensation of Lateral Acceleration –,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 659 - 664, 2013
- [640] Fumio Okura, Yuko Ueda, Tomokazu Sato and Naokazu Yokoya, “Teleoperation of Mobile Robots by Generating Augmented Free-viewpoint Images,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 665 - 671, 2013
- [641] Alexandre Chapoulie, Patrick Rives and David Filliat, “Appearance-based segmentation of indoors/outdoors sequences of spherical views,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 1964 - 1951, 2013
- [642] Mark Sheehan, Alastair Harrison and Paul Newman, “Continuous Vehicle Localisation Using Sparse 3D Sensing, Kernelised Renyi Distance and Fast Gauss Transforms,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 398 - 405, 2013
- [643] J.J. Casafranca and L.M. Paz, P. Piniés, “A back-end L_1 norm based solution for Factor Graph SLAM,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 17 - 23, 2013
- [644] Gabriele Costante, Thomas A. Ciarfuglia, Paolo Valigi and Elisa Ricci, “A Transfer Learning Approach for Multi-Cue Semantic Place Recognition,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 2122 - 2129, 2013
- [645] Sean Anderson and Timothy D. Barfoot, “RANSAC for Motion-Distorted 3D Visual Sensors,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 2093 - 2099, 2013
- [646] Ryan Morton and Edwin Olson, “Robust Sensor Characterization via Max-Mixture Models: GPS Sensors,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 528 - 533, 2013

- [647] Kiyoshi Irie and Masahiro Tomono, “Road Recognition from a Single Image using Prior Information,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 1938 - 1945, 2013
- [648] Thomas Whelan, Michael Kaess, John J. Leonard and John McDonald, “Deformation-based Loop Closure for Large Scale Dense RGB-D SLAM,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 548 - 555, 2013
- [649] Feras Dayoub, Timothy Morris, Ben Upcroft and Peter Corke, “Vision-Only Autonomous Navigation Using Topometric Maps,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 1923 - 1929, 2013
- [650] Stephanie Lowry, Gordon. Wyeth and Michael Milford, “Odometry-driven Inference to Link Multiple Exemplars of a Location,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 534 - 539, 2013
- [651] Hanada Shogo and Tanaka Kanji, “PartSLAM: Unsupervised Part-based Scene Modeling for Fast Succinct Map Matching,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 1582 - 1588, 2013
- [652] Jari Saarinen, Henrik Andreasson, Todor Stoyanov and Achim J. Lilienthal, “Normal Distributions Transform Monte-Carlo Localization (NDT-MCL),” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 382 - 389, 2013
- [653] Felipe R. Fabresse, Fernando Caballero, Iván Maza and Aníbal Ollero, “Undelayed 3D RO-SLAM based on Gaussian-Mixture and Reduced Spherical Parametrization,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 1555 - 1561, 2013
- [654] Christoph Sprunk, Gian Diego Tipaldi, Andrea Cherubini and Wolfram Burgard, “Lidar-based Teach-and-Repeat of Mobile Robot Trajectories,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 3144 - 3149, 2013
- [655] Christian Kerl, Jurgen Sturm and Daniel Cremers, “Dense Visual SLAM for RGB-D Cameras,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 2100 - 2106, 2013
- [656] Yasuhisa Hirata, Kazuhiro Kosuge and Eric Monacelli, “Steering Assist System for a Cycling Wheelchair based on Braking Control,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 672 - 678, 2013
- [657] Jan Hartmann, Jan Helge Klüssendorff and Erik Maehle, “A Unified Visual Graph-Based Approach to Navigation for Wheeled Mobile Robots,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 1915 - 1922, 2013
- [658] Bo Tian, Vui Ann Shim, Miaolong Yuan, Chithra Srinivasan, Hua jin Tang and Haizhou Li, “RGB-D based Cognitive Map Building and Navigation,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 1562 - 1567, 2013
- [659] A. de San Bernabé, J.R. Martínez-de Dios and A. Ollero “Mechanisms for efficient integration of RSSI in localization and tracking with Wireless Camera Networks,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 390 - 397, 2013
- [660] Lakshitha Dantanarayana, Ravindra Ranasinghe and Gamini Dissanayake, “C-LOG: A Chamfer Distance Based Method for Localisation in Occupancy Grid-maps,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 376 - 381, 2013

- [661] Nicholas Carlevaris-Bianco and Ryan M. Eustice, “Long-Term Simultaneous Localization and Mapping with Generic Linear Constraint Node Removal,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 1034 - 1041, 2013
- [662] Ren C. Luo, Ming Hsiao and Tsung-Wei Lin, “Erect Wheel-Legged Stair Climbing Robot for Indoor Service Applications,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 2731 - 2736, 2013
- [663] Ghazaleh Panahandeh, Chao X. Guo, Magnus Jansson, and Stergios I. Roumeliotis, “Observability Analysis of a Vision-aided Inertial Navigation System Using Planar Features on the Ground,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 4187 - 4194, 2013
- [664] Maximilian Beinhofer, Jörg Müller, Andreas Krause and Wolfram Burgard, “Robust Landmark Selection for Mobile Robot Navigation,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 2637 - 2643, 2013
- [665] Taro Suzuki, and Nobuaki Kubo, “Precise Point Positioning for Mobile Robots using Software GNSS Receiver and QZSS LEX Signal,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 369 - 375, 2013
- [666] Jorge L. Martínez, Anthony Mandow, Antonio Reina, Tomás J. Cantador, Jesús Morales and Alfonso García-Cerezo, “Navigability Analysis of Natural Terrains with Fuzzy Elevation Maps from Ground-based 3D Range Scans,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 1576 - 1581, 2013
- [667] M.T. Lázaro, L.M. Paz, P. Piniés, J.A. Castellanos and G. Grisetti, “Multi-Robot SLAM using Condensed Measurements,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 1069 - 1076, 2013
- [668] Jens Behley, Volker Steinhage, and Armin B. Cremers, “Laser-based Segment Classification Using a Mixture of Bag-of-Words,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 4195 - 4200, 2013
- [669] Bastian Jäger, Elmar Mair, Christoph Brand, Wolfgang Stürzl, and Michael Suppa, “Efficient Navigation Based on the Landmark-Tree Map and the Z_1 Algorithm Using an Omnidirectional Camera,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 1930 - 1937, 2013
- [670] Dhiraj Goel, James P. Case, Daniele Tamino, Jens-Steffen Gutmann, Mario E. Munich, Mike Dooley and Paolo Pirjanian, “Systematic Floor Coverage of Unknown Environments Using Rectangular Regions and Localization Certainty,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 1 - 8, 2013
- [671] Elena Stumm, Christopher Mei and Simon Lacroix, “Probabilistic Place Recognition with Covisibility Maps,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 4158 - 4163, 2013
- [672] Dong Wook Ko, Chuho Yi and Il Hong Suh, “Semantic Mapping and Navigation: A Bayesian Approach,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 2630 - 2636, 2013
- [673] Markus Kuderer, Henrik Kretschmar and Wolfram Burgard, “Teaching Mobile Robots to Cooperatively Navigate in Populated Environments,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 3138 - 3143, 2013
- [674] Marija Dakulović, Christoph Sprunk, Luciano Spinello Ivan Petrović and Wolfram Burgard, “Efficient Navigation for Anyshape Holonomic Mobile Robots in Dynamic Environments,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 2644 - 2649, 2013

- [675] Renan Maffei, Vitor Jorge, Mariana Kolberg and Edson Prestes, “Segmented DP-SLAM,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 31 - 36, 2013
- [676] Chao X. Guo and Stergios I. Roumeliotis, “IMU-RGBD Camera Navigation using Point and Plane Features,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 3164- 3171, 2013
- [677] Adrian Ratter, Claude Sammut and Matthew McGill, “GPU Accelerated Graph SLAM and Occupancy Voxel Based ICP For Encoder-Free Mobile Robots,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 540 - 547, 2013
- [678] Jonas Witt and Uwe Weltin, “Robust Stereo Visual Odometry Using Iterative Closest Multiple Lines,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 4164 - 4171, 2013
- [679] Yoshitaka HARA, Shigeru BANDO, Takashi TSUBOUCHI, Akira OSHIMA, Itaru KITAHARA and Yoshinari KAMEDA “6DOF Iterative Closest Point Matching Considering A Priori with Maximum A Posteriori Estimation,” in Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 4172 - 4179, 2013
- [680] Amaury Dame and Eric Marchand, “A new information theoretic approach for appearance-based navigation of non-holonomic vehicle,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 2459 - 2464, 2011
- [681] Julian Ryde and Nick Hillier, “Alignment and 3D Scene Change Detection for Segmentation in Autonomous Earth Moving,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 1484 - 1490, 2011
- [682] Marius Hofmeister, Marcel Kronfeld and Andreas Zell, “Cooperative Visual Mapping in a Heterogeneous Team of Mobile Robots,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 1491 - 1496, 2011
- [683] Yekeun Jeong, Yunsu Bok, Jun-Sik Kim and In-So Kweon, “Complementation of Cameras and Lasers for Accurate 6D SLAM: From Correspondences To Bundle Adjustment,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 3581 - 3588, 2011
- [684] Chi Hay Tong and Timothy D. Barfoot, “Batch Heterogeneous Outlier Rejection for Feature-Poor SLAM,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 2630 - 2637, 2011
- [685] Chi Hay Tong and Timothy D. Barfoot, “A Self-Calibrating 3D Ground-Truth Localization System Using Retroreflective Landmarks,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 3601 - 3606, 2011
- [686] Martin P. Parsley and Simon J. Julier, “Exploiting Prior Information in GraphSLAM,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 2638 - 2643, 2011
- [687] Gian Diego Tipaldi and Kai O. Arras, “I want my coffee hot! Learning to find people under spatio-temporal constraints,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 1217 - 1222, 2011
- [688] Shao-Wen Yang and Chieh-Chih Wang, “Feasibility Grids for Localization and Mapping in Crowded Urban Scenes,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 2322 - 2328, 2011
- [689] Nagasaka Tomomi and Tanaka Kanji, “Dictionary-based Map Compression for Sparse Feature Maps,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 2329 - 2336, 2011
- [690] Michael Kaess, Hordur Johannsson, Richard Roberts, Viorela Ila, John Leonard and Frank Dellaert “iSAM2: Incremental Smoothing and Mapping with Fluid Relinearization and Incremental Variable Reordering,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 3281 - 3288, 2011

- [691] Joseph Huang, David Millman, Morgan Quigley, David Stavens, Sebastian Thrun and Alok Aggarwal, "Efficient, Generalized Indoor WiFi GraphSLAM," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 1038 - 1043, 2011
- [692] Guoxuan Zhang and Il Hong Suh, "Building a Partial 3D Line-based Map using a Monocular SLAM," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 1497 - 1502, 2011
- [693] Ming Liu, Francis Colas and Roland Siegwart, "Regional topological segmentation based on Mutual Information Graphs," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 3269 - 3274, 2011
- [694] E. Martinson and B. Fransen "Dynamically Reconfigurable Microphone Arrays," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 5636 - 5641, 2011
- [695] Lourdes Muñoz-Gómez, Moises Alencastre-Miranda, Rigoberto Lopez-Padilla and Rafael Murrieta-Cid, "Exploration and Map-Building under Uncertainty with Multiple Heterogeneous Robots," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 2295 - 2301, 2011
- [696] Salvatore Candido and Seth Hutchinson, "Minimum Uncertainty Robot Navigation Using Information-guided POMDP Planning," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 6102 - 6108, 2011
- [697] Thomas Allen and Steven Scheduling, "The Time-Optimal Planning and Execution Problem," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 5608 -5614 , 2011
- [698] Henning Lategahn, Andreas Geiger and Bernd Kitt, "Visual SLAM for Autonomous Ground Vehicles," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 1732 - 1737, 2011
- [699] Werner Maier and Eckehard Steinbach, "Surprise-driven Acquisition of Visual Object Representations for Cognitive Mobile Robots," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 1621 - 1626, 2011
- [700] Won-Seok Choi and Se-Young Oh, "Robust EKF-SLAM Method Against Disturbance Using The Shifted Mean based Covariance Inflation Technique," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 4054 - 4059, 2011
- [701] Rafael Valencia, Juan Andrade-Cetto and Josep M. Porta, "Path Planning in Belief Space with Pose SLAM," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 78 - 83, 2011
- [702] Davide Ronzoni, Roberto Olmi, Cristian Secchi and Cesare Fantuzzi, "AGV Global Localization Using Indistinguishable Artificial Landmarks," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 287 - 292, 2011
- [703] Sunglok Choi and Wonpil Yu, "Any-angle Path Planning on Non-uniform Costmaps," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 5615 - 5621, 2011
- [704] Leonardo Scandolo and Thierry Fraichard, "An Anthropomorphic Navigation Scheme for Dynamic Scenarios," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 809 - 814, 2011
- [705] Ondrej Miksik, Petr Petyovsky, Ludek Zalud and Pavel Jura, "Robust Detection of Shady and Highlighted Roads for Monocular Camera Based Navigation of UGV," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 64 - 71, 2011
- [706] Srikumar Ramalingam, Sofien Bouaziz and Peter Sturm, "Pose Estimation using Both Points and Lines for Geo-Localization," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 4716 - 4723, 2011

- [707] Chen-Han Hsiao and Chieh-Chih Wang, “Achieving Undelayed Initialization in Monocular SLAM with Generalized Objects Using Velocity Estimate-based Classification,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 4060 - 4066, 2011
- [708] Krishna Kumar Narayanan, Luis Felipe Posada, Frank Hoffmann and Torsten Bertram, “Scenario and context specific visual robot behavior learning,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 1180 - 1185, 2011
- [709] Guilherme J. Maeda, Surya P. N. Singh and Hugh Durrant-Whyte, “A Tuned Approach to Feedback Motion Planning with RRTs under Model Uncertainty,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 2288 - 2294, 2011
- [710] Maximilian Beinhofer, Jörg Müller and Wolfram Burgard, “Near-optimal Landmark Selection for Mobile Robot Navigation,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 4744 - 4749, 2011
- [711] Sam Ann Rahok and Koichi Ozaki, “Play-back Navigation for Outdoor Mobile Robot Using Trajectory Tracking Based on Environmental Magnetic Field,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 625 - 630, 2011
- [712] Stéphane Bazeille and David Filliat, “Incremental topo-metric SLAM using vision and robot odometry,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 4067 - 4073, 2011
- [713] Nikos Zikos and Vassilios Petridis, “L-SLAM: reduced dimensionality FastSLAM with unknown data association,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 4074 - 4079, 2011
- [714] Morette N., Novalés C., Josserand L. and Vieyres P. “Direct Model Navigation issue shifted in the continuous domain by a predictive control approach for mobile robots,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 2566 - 2573, 2011
- [715] Jaime Pulido Fentanes, Eduardo Zalama and Jaime Gómez-García-Bermejo, “Algorithm for Efficient 3D Reconstruction of Outdoor Environments Using Mobile Robots,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 3275 - 3280, 2011
- [716] Rainer Kümmeler, Giorgio Grisetti, Hauke Strasdat, Kurt Konolige and Wolfram Burgard, “g²o: A General Framework for Graph Optimization,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 3607 - 3613, 2011
- [717] Will Maddern, Michael Milford and Gordon Wyeth, “Continuous Appearance-based Trajectory SLAM,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 3595 - 3600, 2011
- [718] Francesco Di Corato, Lorenzo Pollini, Mario Innocenti and Giovanni Indiveri, “An Entropy-Like Approach to Vision Based Autonomous Navigation,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 1640 - 1645, 2011
- [719] Hugues Sert, Annemarie Kökösy and Wilfrid Perruquetti, “A single landmark based localization algorithm for non-holonomic mobile robots,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 293 - 298, 2011
- [720] Kurt Konolige, Eitan Marder-Eppstein and Bhaskara Marthi, “Navigation in Hybrid Metric-Topological Maps,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 3041 - 3047, 2011
- [721] Chanki Kim, Hyoungkyun Kim and Wan Kyun Chung, “Exactly Rao-Blackwellized Unscented Particle Filters for SLAM,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 3589 - 3594, 2011

- [722] Varun Raj Kompella and Peter Sturm, "Detection and Avoidance of Semi-Transparent Obstacles using a Collective-Reward Based Approach," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 3469 - 3474, 2011
- [723] Ren C. Luo and Ogst Chen, "Inference Algorithm Based Wireless and Pyroelectric Sensory Fusion System for Indoor Human/Robot Localization and Monitoring," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 5649 - 5654, 2011
- [724] Daniel Meyer-Delius, Maximilian Beinhofer, Alexander Kleiner and Wolfram Burgard, "Using Artificial Landmarks to Reduce the Ambiguity in the Environment of a Mobile Robot," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 5173 - 5178, 2011
- [725] Daniel Althoff, Dirk Wollherr and Martin Buss, "Safety Assessment of Trajectories for Navigation in Uncertain and Dynamic Environments," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 5407 - 5412, 2011
- [726] Yong Wang and Weidong Chen, "Hybrid Map-based Navigation for Intelligent Wheelchair," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 637 - 642, 2011
- [727] Robbie Shade and Paul Newman, "Choosing Where To Go: Complete 3D Exploration With Stereo," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 2806 - 2811, 2011
- [728] Liz Murphy and Paul Newman, "Risky Planning: Path Planning over Costmaps with a Probabilistically Bounded Speed-Accuracy Tradeoff," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 3727 - 3732, 2011
- [729] Christoph Hertzberg, René Wagner, Oliver Birbach, Tobias Hammer and Udo Frese, "Experiences in Building a Visual SLAM System from Open Source Components," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 2644 - 2651, 2011
- [730] Christoph Sprunk, Boris Lau, Patrick Pfaff and Wolfram Burgard, "Online Generation of Kinodynamic Trajectories for Non-Circular Omnidirectional Robots," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 72 - 77, 2011
- [731] Luis Felipe Posada, Krishna Kumar Narayanan, Frank Hoffmann and Torsten Bertram, "Ensemble of Experts for Robust Floor-Obstacle Segmentation of Omnidirectional Images for Mobile Robot Visual Navigation," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 439 - 444, 2011
- [732] Edward Johns and Guang-Zhong Yang, "Global Localization in a Dense Continuous Topological Map," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 1032 - 1037, 2011
- [733] Juan Liu and Ying Zhang, "Real-time Outline Mapping for Mobile Blind Robots," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 1503 - 1510, 2011
- [734] Sachithra Hemachandra, Thomas Kollar, Nicholas Roy and Seth Teller, "Following and Interpreting Narrated Guided Tours," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 2574 - 2579, 2011
- [735] Ali-akbar Agha-mohammadi and Dezhen Song, "Robust Recognition of Planar Mirrored Walls Using a Single View," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 1186 - 1191, 2011
- [736] Michael Ruhnke Rainer Kümmerle Giorgio Grisetti and Wolfram Burgard, "Highly Accurate Maximum Likelihood Laser Mapping by Jointly Optimizing Laser Points and Robot Poses," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 2812 - 2817, 2011

- [737] Daniel A. Lazewatsky and William D. Smart, “An Inexpensive Robot Platform for Teleoperation and Experimentation,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 1211 - 1216, 2011
- [738] Douglas G. Macharet, Armando Alves Neto, Vilar F. da Camara Neto and Mario F. M. Campos, “Nonholonomic Path Planning Optimization for Dubins’ Vehicles,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 4208 - 4213, 2011
- [739] Tue-Cuong Dong-Si and Anastasios I. Mourikis, “Motion Tracking with Fixed-lag Smoothing: Algorithm and Consistency Analysis,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 5655 - 5662, 2011
- [740] Hong Zhang, “BoRF: Loop-Closure Detection with Scale Invariant Visual Features,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 3125 - 3130, 2011
- [741] Kiyoshi Irie, Tomoaki Yoshida and Masahiro Tomono, “A High Dynamic Range Vision Approach to Outdoor Localization,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 5179 - 5184, 2011
- [742] Ron Alterovitz, Sachin Patil and Anna Derbakova, “Rapidly-Exploring Roadmaps: Weighing Exploration vs. Refinement in Optimal Motion Planning,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 3706 - 3712, 2011
- [743] Jonathan Scholz, Sachin Chitta, Bhaskara Marthi and Maxim Likhachev, “Cart Pushing with a Mobile Manipulation System: Towards Navigation with Moveable Objects,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 6115 - 6120, 2011
- [744] Florent Teichteil-Königsbuch, Charles Lesire and Guillaume Infantes, “A generic framework for anytime execution-driven planning in robotics,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 299 - 304, 2011
- [745] Teddy Yap, Jr, Mingyang Li, Anastasios I. Mourikis and Christian R. Shelton, “A Particle Filter for Monocular Vision-Aided Odometry,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 5663 - 5669, 2011
- [746] Gerardo Carrera, Adrien Angeli and Andrew J. Davison, “SLAM-Based Automatic Extrinsic Calibration of a Multi-Camera Rig,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 2652 - 2659, 2011
- [747] Jie Lei, Xin Du and Jilin Liu, “A Novel Rectification Framework for Coaxial Omni-directional,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 821 - 827, 2011
- [748] Jongdae Jung and Hyun Myung, “Indoor Localization Using Particle Filter and Map-based NLOS Ranging Model,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 5185 - 5195, 2011
- [749] Weihai Chen, Xiaomei Zhang and Teck Chew Ng, “Vehicle Following Algorithm Realization Based on a Virtual Flexible Curved Bar with Force Delay,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 90 - 95, 2011
- [750] Leslie Pack Kaelbling and Tomás Lozano-Pérez, “Hierarchical Task and Motion Planning in the Now,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 1470 - 1477, 2011
- [751] Mayank Bansal, Bogdan Matei, Ben Southall, Jayan Eledath and Harpreet Sawhney, “A LIDAR Streaming Architecture for Mobile Robotics with Application to 3D Structure Characterization,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 1803 - 1810, 2011

- [752] Anthony Cowley, Camillo J. Taylor and Ben Southall, “Rapid Multi-Robot Exploration with Topometric Maps,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 1044 - 1049, 2011
- [753] Hao Men, Biruk Gebre and Kishore Pochiraju, “Color Point Cloud Registration with 4D ICP Algorithm,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 1511 - 1516, 2011
- [754] Jur van den Berg, Jamie Snape, Stephen J. Guy and Dinesh Manocha, “Reciprocal Collision Avoidance with Acceleration-Velocity Obstacles,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 3475 - 3482, 2011
- [755] Mike Phillips and Maxim Likhachev, “SIPP: Safe Interval Path Planning for Dynamic Environments,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 5628 - 5635, 2011
- [756] Bastien Vincke and Alain Lambert, “Experimental Comparison of Bounded-Error State Estimation and Constraints Propagation,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 4724 - 4729, 2011
- [757] Danelle C. Shah and Mark E. Campbell, “A Robust Qualitative Planner for Mobile Robot Navigation Using Human-Provided Maps,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 2580 - 2585, 2011
- [758] Edgar Lobaton, Jinghe Zhang, Sachin Patil and Ron Alterovitz, “Planning Curvature-Constrained Paths to Multiple Goals Using Circle Sampling,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 1463 - 1469, 2011
- [759] Xiaochen Zhang, Yi Sun, Jizhong Xiao and Flavio Cabrera-Mora, “Theseus Gradient Guide: an Indoor Transmitter Searching Approach Using Received Signal Strength,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 2560 - 2565, 2011
- [760] Sertac Karaman, Matthew R. Walter, Alejandro Perez, Emilio Frazzoli and Seth Teller “Anytime Motion Planning using the *RRT**,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 1478 - 1483, 2011
- [761] Carl Case, Bipin Suresh, Adam Coates and Andrew Y. Ng, “Autonomous Sign Reading for Semantic Mapping,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 3297 - 3303, 2011
- [762] Tong Tao, Stephen Tully, George Kantor and Howie Choset, “Incremental Construction of the Saturated-GVG for Multi-Hypothesis Topological SLAM,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 3072 - 3077, 2011
- [763] Taro Suzuki, Mitsunori Kitamura, Yoshiharu Amano and Takumi Hashizume, “High-Accuracy GPS and GLONASS Positioning by Multipath Mitigation using Omnidirectional Infrared Camera,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 311 - 316, 2011
- [764] Yanbo Li and Kostas E. Bekris, “Learning Approximate Cost-to-Go Metrics To Improve Sampling-based Motion Planning,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 4196 - 4201, 2011
- [765] Paul Vernaza and Daniel D. Lee, “Efficient dynamic programming for high-dimensional, optimal motion planning by spectral learning of approximate value function symmetries,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 6121 - 6127, 2011
- [766] Brendan Englot and Franz Hover, “Multi-Goal Feasible Path Planning Using Ant Colony Optimization,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 2255 - 2260, 2011
- [767] Andrea Cherubini, Fabien Spindler and Francois Chaumette, “A New Tentacles-based Technique for Avoiding Obstacles during Visual Navigation,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 4850 - 4855, 2012

- [768] Gil Manor and Elon Rimon, "High-Speed Navigation of a Uniformly Braking Mobile Robot Using Position-Velocity Configuration Space," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 193 - 199, 2012
- [769] Changbae Jung and Woojin Chung, "Accurate Calibration of Two Wheel Differential Mobile Robots by Using Experimental Heading Errors," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 4533 - 4538, 2012
- [770] Igi Ardiyanto and Jun Miura, "3D Time-space Path Planning Algorithm in Dynamic Environment Utilizing Arrival Time Field and Heuristically Randomized Tree," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 187 - 192, 2012
- [771] Meng Song, Fengchi Sun and Karl Iagnemma, "Natural Landmark Extraction in Cluttered Forested Environments," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 4836 - 4843, 2012
- [772] Todor Stoyanov, Martin Magnusson and Achim J. Lilienthal, "Point Set Registration through Minimization of the L_2 Distance between 3D-NDT Models," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 5196 - 5201, 2012
- [773] Benjamín Tovar and Todd Murphey, "Trajectory Tracking among Landmarks and Binary Sensor-Beams," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 2121 - 2127, 2012
- [774] Joydeep Biswas and Manuela Veloso, "Depth Camera Based Indoor Mobile Robot Localization and Navigation," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 1697 - 1702, 2012
- [775] Kuo-Chen Huang, Shih-Huan Tseng, Wei-Hao Mou and Li-Chen Fu, "Simultaneous Localization and Scene Reconstruction with Monocular," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 2102 - 2107, 2012
- [776] Juan P. Gonzalez, Andrew Dornbush and Maxim Likhachev, "Using State Dominance for Path Planning in Dynamic Environments with Moving Obstacles," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 4009 - 4015, 2012
- [777] Jeremy S. Lewis and Jason M. O'Kane, "Reliable Indoor Navigation with an Unreliable Robot: Allowing Temporary Uncertainty for Maximum Mobility," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 160 - 165, 2012
- [778] Yu Song, Qingling Li, Yifei Kang and Yongduan Song, "CFastSLAM: A New Jacobian Free Solution to SLAM Problem," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 3063 - 3068, 2012
- [779] Sebastian A. Scherer, Daniel Dube and Andreas Zell, "Using Depth in Visual Simultaneous Localisation and Mapping," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 5216 - 5221, 2012
- [780] Amanda Prorok, Lukas Gonon and Alcherio Martinoli, "Online Model Estimation of Ultra-Wideband TDOA Measurements for Mobile Robot Localization," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 807 - 814, 2012
- [781] Henry Carrillo, Ian Reid and José A. Castellanos, "On the Comparison of Uncertainty Criteria for Active SLAM," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 2080 - 2087, 2012
- [782] Raghvendra V. Cowlagi and Panagiotis Tsiotras, "Hierarchical Motion Planning with Kinodynamic Feasibility Guarantees: Local Trajectory Planning via Model Predictive Control," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 4003 - 4008, 2012

- [783] B. Qin, Z. J. Chong, T. Bandyopadhyay, M. H. Ang Jr., E. Frazzoli and D. Rus, “Curb-Intersection Feature Based Monte Carlo Localization on Urban Roads,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 2640 - 2646, 2012
- [784] Kenri KODAKA, Tetsuya OGATA and Shigeki SUGANO, “Rhythm-based Adaptive Localization in Incomplete RFID Landmark Environments,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 2108 - 2114, 2012
- [785] Sara Bouraine, Thierry Fraichard and Hassen Salhi, “Provably Safe Navigation for Mobile Robots with Limited Field-of-Views in Unknown Dynamic Environments,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 174 - 179, 2012
- [786] Maurice F. Fallon, Hordur Johannsson and John J. Leonard, “Efficient Scene Simulation for Robust Monte Carlo Localization using an RGB-D Camera,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 1663 - 1670, 2012
- [787] Chee Sing Lee, Daniel E. Clark and Joaquim Salvi “SLAM with Single Cluster PHD Filters,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 2096 - 2101, 2012
- [788] Benjamin Johnson, Frank Havlak, Mark Campbell and Hadas Kress-Gazit, “Execution and Analysis of High-Level Tasks with Dynamic Obstacle Anticipation,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 330 - 337, 2012
- [789] Aaron D. Smith, H. Jacky Chang and Edward J. Blanchard, “An Outdoor High-Accuracy Local Positioning System for an Autonomous Robotic Golf Greens Mower,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 2633 - 2639, 2012
- [790] Paul Furgale, Timothy D. Barfoot and Gabe Sibley, “Continuous-Time Batch Estimation using Temporal Basis Functions,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 2088 - 2095, 2012
- [791] Ryo Takei, Haomiao Huang, Jerry Ding and Claire J. Tomlin, “Time-optimal multi-stage motion planning with guaranteed collision avoidance via an open-loop game formulation,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 323 - 329, 2012
- [792] José Martínez-Carranza and Andrew Calway, “Efficient Visual Odometry Using a Structure-Driven Temporal Map,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 5210 - 5215, 2012
- [793] Ioannis F. Filippidis and Kostas J. Kyriakopoulos, “Navigation Functions for Everywhere Partially Sufficiently Curved Worlds,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 2115 - 2120, 2012
- [794] Jihong Min, Jungho Kim, Seunghak Shin and In So Kweon, “Efficient Data-Driven MCMC sampling for vision-based 6D SLAM,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 3025 - 3032, 2012
- [795] Javier Alonso-Mora, Andreas Breitenmoser, Paul Beardsley and Roland Siegwart, “Reciprocal Collision Avoidance for Multiple Car-like Robots,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 360 - 366, 2012
- [796] K.R. Guruprasad and Prithviraj Dasgupta, “Egress: An online path planning algorithm for boundary exploration,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 3991 - 3969, 2012
- [797] Felix Endres, Jurgen Hess, Nikolas Engelhard, Jürgen Sturm, Daniel Cremers and Wolfram Burgard, “An Evaluation of the RGB-D SLAM System,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 1691 - 1696, 2012

- [798] Tue-Cuong Dong-Si and Anastasios I. Mourikis, “Consistency Analysis for Sliding-Window Visual Odometry,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 5202 - 5209, 2012
- [799] Nicholas M. Stiffler and Jason M. O’ Kane, “Shortest Paths for Visibility-Based Pursuit-Evasion,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 3997 - 4002, 2012
- [800] Yang Song and Jason M. O’ Kane, “Comparison of Constrained Geometric Approximation Strategies for Planar Information States,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 2135 - 2140, 2012
- [801] Alexander J. B. Trevor, John G. Rogers III and Henrik I. Christensen, “Planar Surface SLAM with 3D and 2D Sensors,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 3041 - 3048, 2012
- [802] Scott Koziol, Paul Hasler and Mike Stilman, “Robot Path Planning Using Field Programmable Analog Arrays,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 1747 - 1752, 2012
- [803] Gang Li, Chun Zhu, Jianhao Du, Qi Cheng, Weihua Sheng and Heping Chen, “Robot Semantic Mapping through Wearable Sensor-based Human Activity Recognition,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 5228 - 5233, 2012
- [804] Turgay Senlet and Ahmed Elgamma, “Satellite Image Based Precise Robot Localization on Sidewalks,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 2647 - 2653, 2012
- [805] Byungjae Park, Jinwoo Choi and Wan Kyun Chung, “An Efficient Mobile Robot Path Planning Using Hierarchical Roadmap Representation in Indoor Environment,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 180 - 186, 2012
- [806] Thomas Whelan, Hordur Johannsson, Michael Kaess, John J. Leonard and John McDonald, “Robust Real-Time Visual Odometry for Dense RGB-D Mapping,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 5704 - 5711, 2013
- [807] Christian Siagian, Chin-Kai Chang and Laurent Itti, “Mobile Robot Navigation System in Outdoor Pedestrian Environment Using Vision-Based Road Recognition,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 564 - 571, 2013
- [808] Quanshi Zhang, Xuan Song, Xiaowei Shao, Huijing Zhao, and Ryosuke Shibasaki, “Unsupervised 3D Category Discovery and Point Labeling from a Large Urban Environment,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 2670 - 2677, 2013
- [809] Chi Hay Tong and Timothy D. Barfoot, “Gaussian Process Gauss-Newton for 3D Laser-Based Visual Odometry,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 5184 - 5191, 2013
- [810] Takato Saito and Yoji Kuroda, “Mobile Robot Localization using Multiple Observations based on Place Recognition and GPS,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 1540 - 1545, 2013
- [811] P. Avanzini, E. Royer, B. Thuilot and J.P. Derutin, “Using monocular visual SLAM to manually convoy a fleet of automatic urban vehicles,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 3204 - 3209, 2013
- [812] Lonnie T. Parker, Richard A. Coogler and Ayanna M. Howard, “Estimation-informed, Resource-aware Robot Navigation for Environmental Monitoring Applications,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 1033 - 1038, 2013

- [813] Rainer Kümmerle, Michael Ruhnke, Bastian Steder, Cyrill Stachniss and Wolfram Burgard, “A Navigation System for Robots Operating in Crowded Urban Environments,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 3210 - 3217, 2013
- [814] Stefan Loibl, Daniel Meyer-Delius and Patrick Pfaff, “Probabilistic Time-Dependent Models for Mobile Robot Path Planning in Changing Environments,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 5525 - 5530, 2013
- [815] Sean Anderson and Timothy D. Barfoot, “Towards Relative Continuous-Time SLAM,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 1025 - 1032, 2013
- [816] Liam O’Sullivan, Peter Corke and Robert Mahony, “Image-Based Visual Navigation for Mobile Robots,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 5257 - 5263, 2013
- [817] Yasuhisa Hirata, Kota Kawamata, Kana Sasaki, Aya Kaisumi, Kazuhiro Kosuge and Eric Monacelli, “Regenerative Brake Control of Cycling Wheelchair with Passive Behavior,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 3858 - 3864, 2013
- [818] Christoph Weinrich, Michael Volkhardt, Erik Einhorn and Horst-Michael Gross, “Prediction of Human Collision Avoidance Behavior by Lifelong Learning for Socially Compliant Robot Navigation,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 376 - 381, 2013
- [819] Maximilian Beinhofer, Henrik Kretschmar and Wolfram Burgard, “Deploying Artificial Landmarks to Foster Data Association in Simultaneous Localization and Mapping,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 5215 - 5220, 2013
- [820] Victor Manuel Hernandez Bennetts, Achim J. Lilienthal, Ali Abdul Khaliq, Víctor Pomareda Sesé and Marco Trincavelli, “Towards Real-World Gas Distribution Mapping and Leak Localization Using a Mobile Robot with 3D and Remote Gas Sensing Capabilities,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 2327 - 2332, 2013
- [821] Matthew Turpin, Nathan Michael and Vijay Kumar, “Concurrent Assignment and Planning of Trajectories for Large Teams of Interchangeable Robots,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 834 - 840, 2013
- [822] Jérôme Guzzi, Alessandro Giusti, Luca M. Gambardella, Guy Theraulaz and Gianni A. Di Caro, “Human-friendly Robot Navigation in Dynamic Environments,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 423 - 430, 2013
- [823] Faye Wu, Nathan M. Robert, Dan D. Frey and Shaohui Foong, “Enhanced Magnetic Localization with Artificial Neural Network Field Models*,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 1552 - 1557, 2013
- [824] Georgios Floros, Benito van der Zander and Bastian Leibe, “OpenStreetSLAM: Global Vehicle Localization Using OpenStreetMaps,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 1046 - 1051, 2013
- [825] Alen Alempijevic, Robert Fitch and Nathan Kirchner, “Bootstrapping Navigation and Path Planning Using Human Positional Traces,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 1234 - 1239, 2013
- [826] Jason Derenick, Alberto Speranzon and Robert Ghrist, “Homological Sensing for Mobile Robot Localization,” in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 572 - 579, 2013

- [827] Chanyeol Yoo, Robert Fitch and Salah Sukkarieh, "Provably-Correct Stochastic Motion Planning with Safety Constraints," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 973 - 978, 2013
- [828] Jong Jin Park and Benjamin Kuipers, "Autonomous Person Pacing and Following with Model Predictive Equilibrium Point Control," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 1052 - 1059, 2013
- [829] Dimitrios G. Kottas and Stergios I. Roumeliotis, "Efficient and Consistent Vision-aided Inertial Navigation using Line Observations," in Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 1532 - 1539, 2013

付録 A 知能化移動プラットフォームに 搭載した電子回路デバイスの設 計と実装

この章では、付録として本研究で開発した知能化移動プラットフォームに搭載した自作の電子回路デバイスについて述べる。これらは本論では詳しく述べなかったが、システム要件の一つであるシステム要件番号 VI を満たすため重要な実装となっている。以降では、それらの電子回路デバイスの設計と実装について述べる。

A.1 HB-7125 マイコンボード

ルネサスエレクトロニクス製 SH7125 マイコンは、国内で普及しているマイコンの中では小型で安価かつ高性能であり、研究機関の試作用途で使用例が多い。ロボットの研究分野では、16 ビットの多機能タイマや高速 A/D コンバータを複数チャンネル搭載しているため、モータを制御する目的やアナログのセンサ値を読み取る目的に適している。

現在、複数の組み込みメーカーから SH7125 マイコンを搭載したマイコンボードが販売されているが、低コスト化のため、動作の安定性が確保されていない設計の物もある。そこで、本研究では回路の安定性と使いやすさをコンセプトに回路設計を行ったマイコンボードを作成した。

図 A.1 は、作製したマイコンボードの外観である。以降ではこのマイコンボードを HB-7125 マイコンボードと呼称する。HB-7125 マイコンボードは以下の五つの点をコンセプト

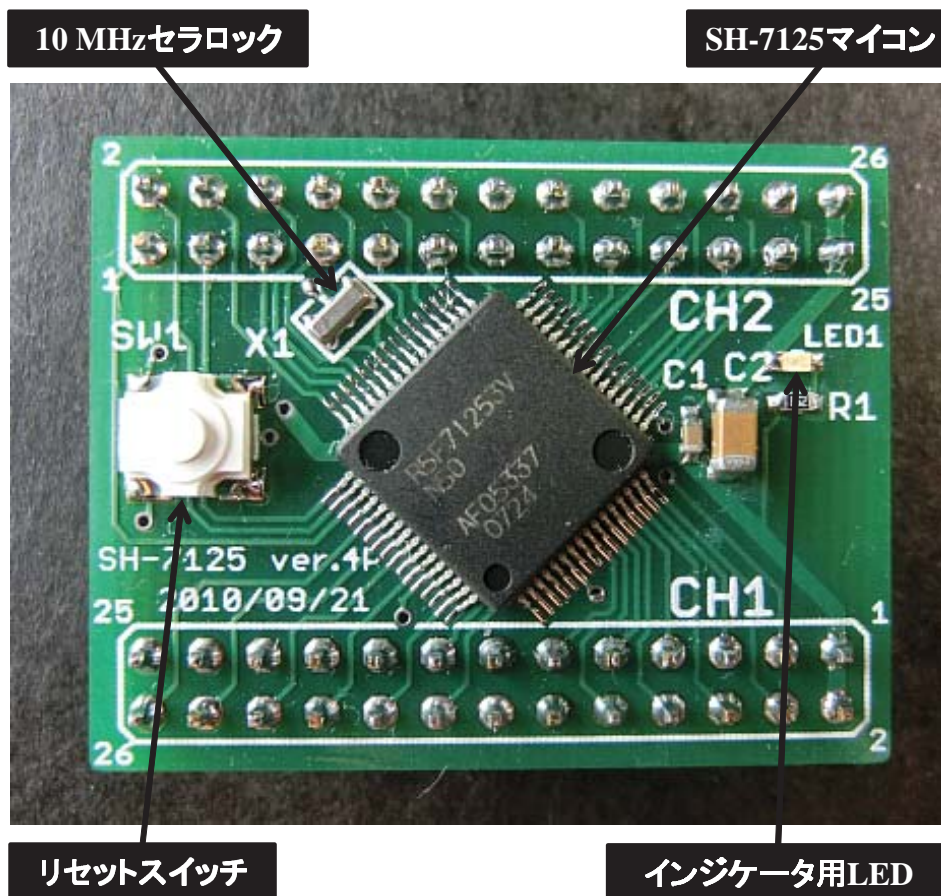


図 A.1: HB-7125 マイコンボードの外観

トとして設計を行った。

1. 二層基板の裏面を大きく GND パターンとしてベタアースを張り、GND パターンは可能な限り短い長さでベタアースに接続し安定動作を目指す。
2. ハードウェアマニュアルに掲載されている要求をすべて満たす設計でバイパスコンデンサを配置する。
3. 10 MHz セラロックを最小のパターン長でマイコンに接続する。
4. 外付け部品を減らし、利便性を向上するためリセット回路とリセットスイッチを搭

載する.

5. 動作状態の確認のため電源インジケータ LED を搭載する.

表 A.1 に, HB-7125 マイコンボードの部品リストを示した. 図 A.2 に, HB-7125 マイコンボードの回路図を示した. 図 A.3 に, HB-7125 マイコンボードの実装図を示した. 設計はプリント基板 CAD EAGLE を用いて行った. HB-7125 マイコンボードは四章で述べた電動カート型知能化移動プラットフォームと電動車椅子型知能化移動プラットフォームの双方で使用している.

記号	部品名	数値・型番	個数	備考
R1	1608チップ抵抗	任意	1	LEDの電流制限抵抗
R2	1608チップ抵抗	47 k Ω	1	
R3	1608チップ抵抗	10 k Ω	1	
R4	1608チップ抵抗	47 k Ω	1	
R5	1608チップ抵抗	4.7 Ω	1	
R6	1608チップ抵抗	100 Ω	1	
C1	1608チップコンデンサ	0.1 μ F	1	
C2	3216チップコンデンサ	100 μ F	1	耐圧6.3 V以上
C3~C4	1608チップコンデンサ	0.47 μ F	2	
D1	1608チップダイオード	RB751S-40	1	
LED1	1608チップLED	任意	1	
SW1	表面実装タクトスイッチ	LS6J2M-T	1	リセットスイッチ
-	セラロック 10 MHz	CSTCE10M0G52-R0	1	
-	SH7125マイコン	R5F71253N50FP	1	

表 A.1: HB-7125 マイコンボードの部品リスト

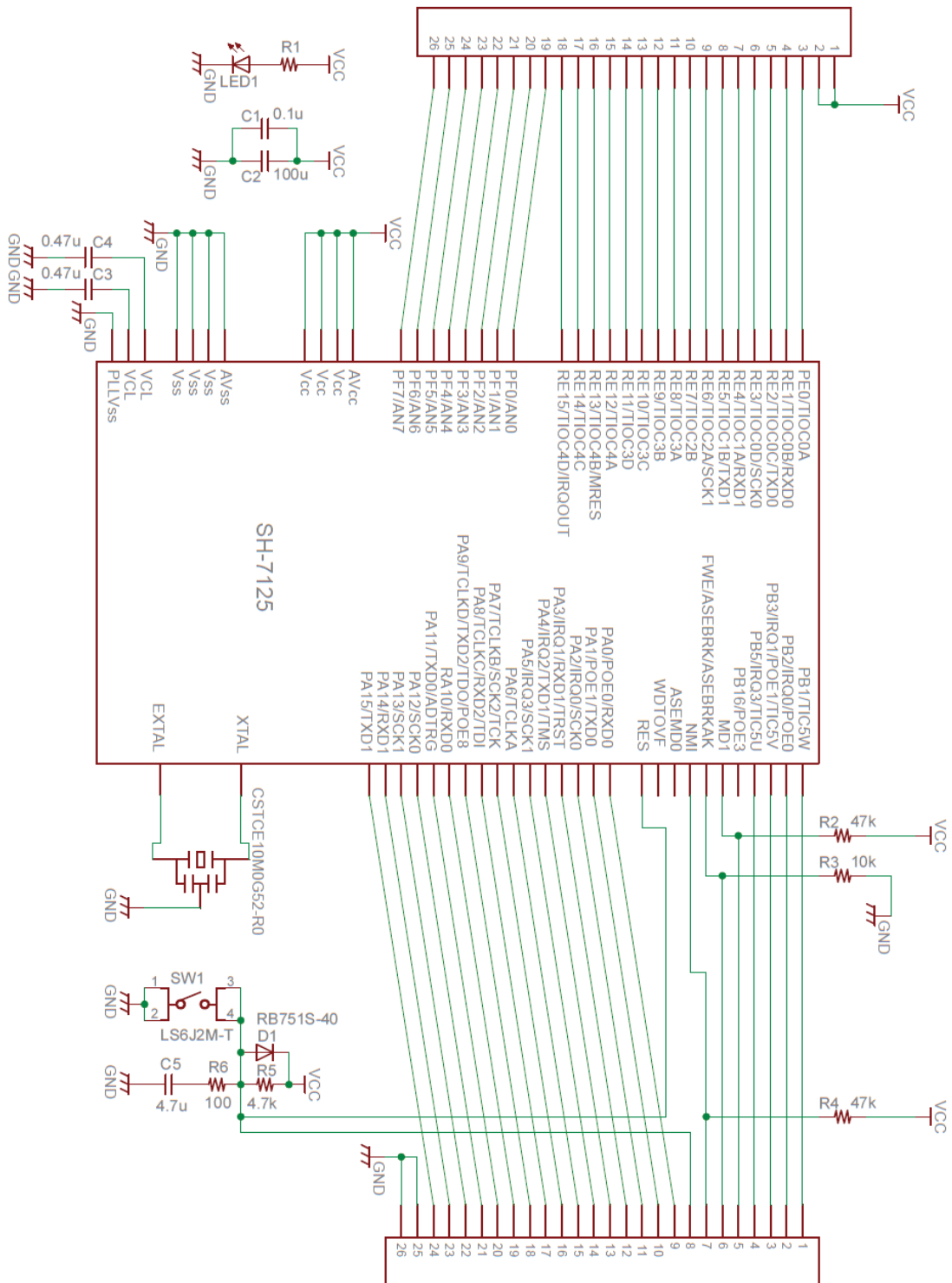


図 A.2: HB-7125 マイコンボードの回路図

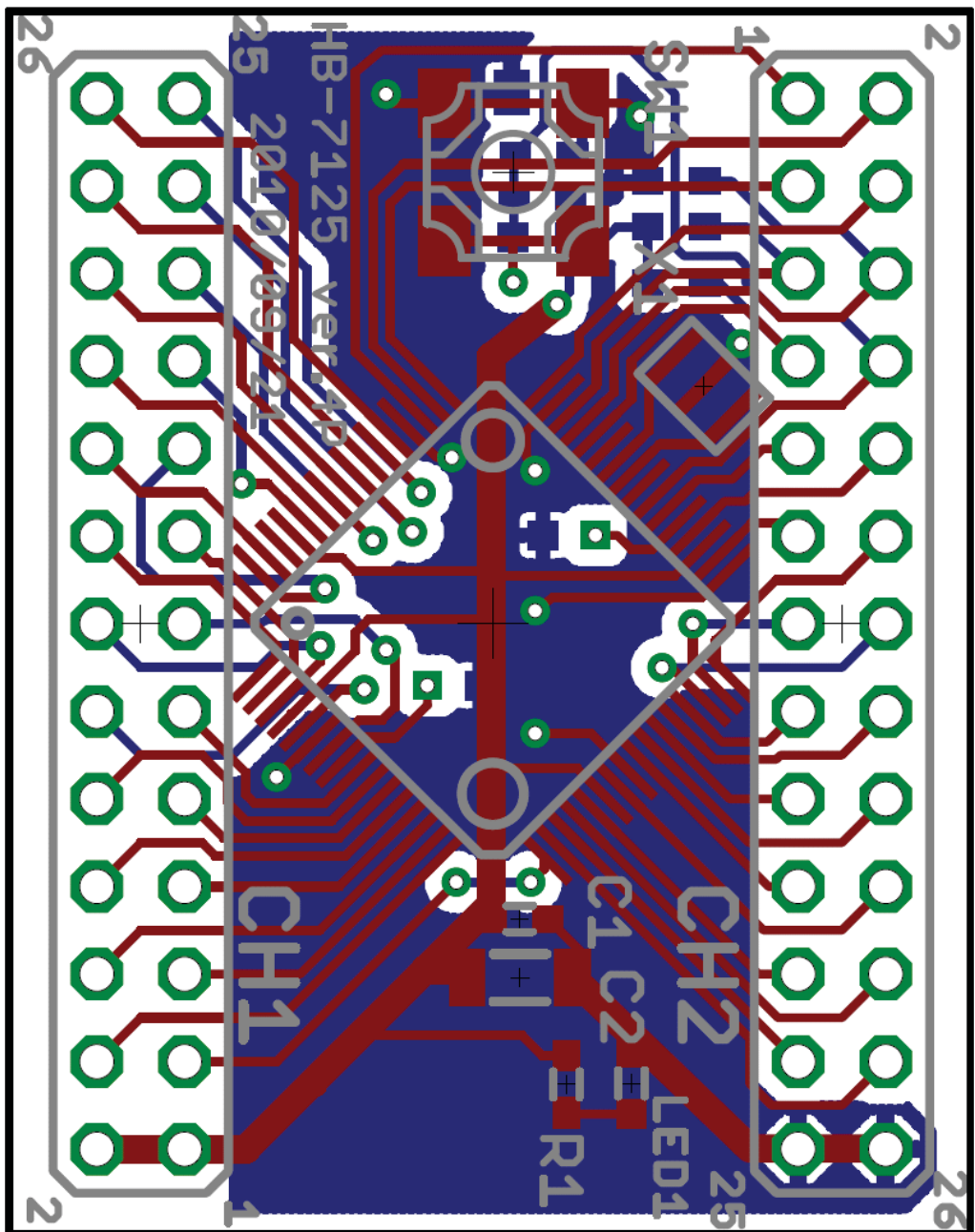


図 A.3: HB-7125 マイコンボードの実装図

A.2 Cartis7125 I/O ボード

Cartis7125 I/O ボードは、HB-7125 マイコンボード用の I/O ボードである。システム要件番号 VI を満たすためのシステムデザイン ix を満たすため、回路の安定動作を目指したパターン設計のみならず振動対策も念頭におき製作を行った。また製作のしやすさにも重点を置いており、組み込み教育でも利用可能とした。図 A.4 は、作製した Cartis7125 I/O ボードの外観である。図 4.5(b) で示した図と異なりジャンパやプルアップ・プルダウン抵抗以外のすべての部品を実装した状態となっている。設計コンセプトは以下のとおりである。

1. 信頼性向上のため配線の取り回しや部品選定を工夫する。
 - 振動に強いリード部品を使用する。
 - DIP 部品のソケットには振動に強い丸穴タイプを使用する。
 - 配線が振動で抜けたり緩まないように配線の接続にはスプリング端子台を使用する。
2. 製作の容易さを目指した設計を行う。
 - 秋葉原の電子部品販売店や RS コンポーネンツ等の通信販売で入手が容易な電子部品を使用する。
 - 表面実装部品の使用を可能な限り低減し、半田工作を容易として製作の労力を低減する。
3. 汎用の開発ボードや組み込み教育でも使用可能な設計とする。
 - マイコンのすべての機能端子をスプリング端子台に引き出す設計とする。
 - 電源供給方法を USB 端子からの 5 V 以外に外部電源 (6~12 V 程度) を供給する仕様に変更可能とする。

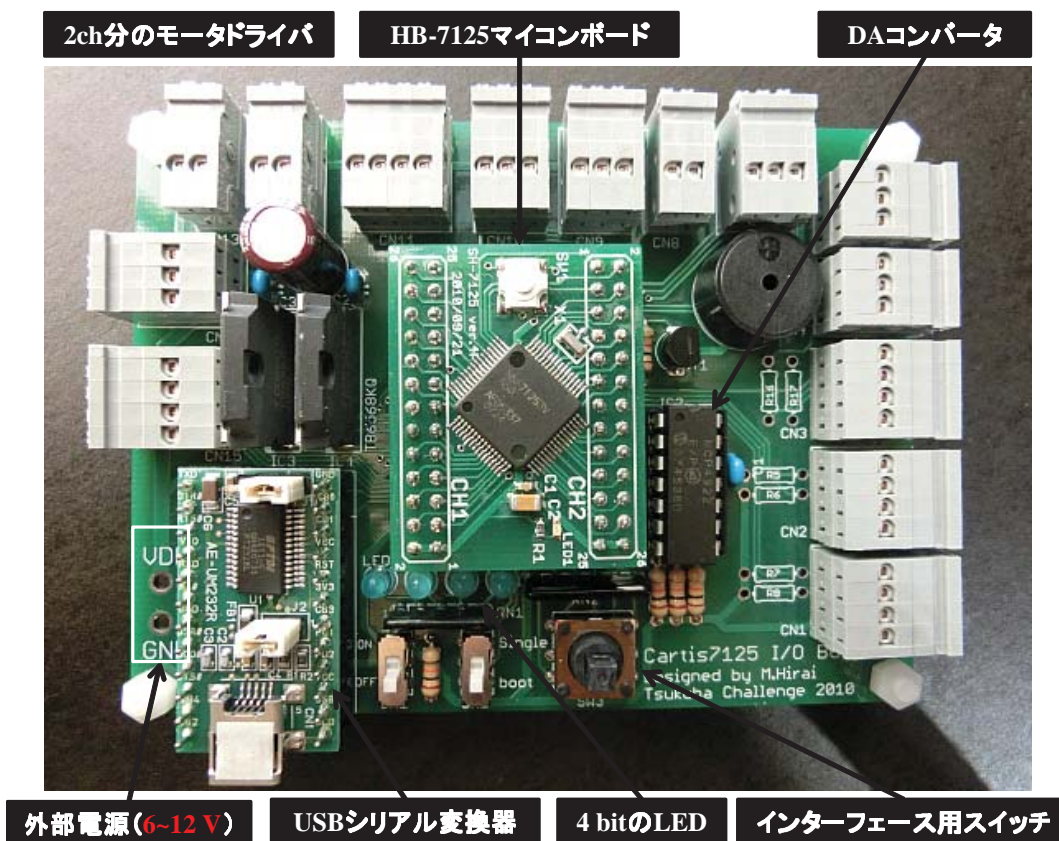


図 A.4: Cartis7125 I/O ボードの外観

- スイッチインターフェイスと 4 bit 分の LED を搭載する.
- SH-7125 マイコンに搭載されていないアナログ電圧出力機能を補完するため SPI 接続の外付け DA コンバータ IC を搭載する.
- 小型左右独立二輪自律移動ロボット用の制御ボードとして使用可能とするため、DC ブラシモータ用フルブリッジドライバ (電流容量 3 A 程度) を 2 回路搭載する.

表 A.2 に、Cartis7125 I/O ボードの部品リストを示した。図 A.5 に、Cartis7125 I/O ボードの回路図を示した。図 A.6 に、Cartis7125 I/O ボードの実装図を示した。設計はプリント基板 CAD EAGLE を用いて行った。Cartis7125 I/O ボードは四章で述べた電動

カート型智能化移動プラットフォームで利用しており、現在までに数年に渡る屋外環境での走行実験において、振動による電子部品の実装トラブルや配線抜けによる接続トラブルを発生させておらず有効に機能している。

記号	部品名	数値・型番	個数	備考
R1~R4	抵抗	10 kΩ	4	
R5~R8	抵抗	4.7 kΩ	4	オープンコレクタタイプのロータリーエンコーダー接続時のプルアップ
R9~R14	1608チップ抵抗	10 kΩ	6	任意のプルアップ・プルダウン用
R15	抵抗	1 kΩ	1	
R16~R17	抵抗	0 Ω	2	DA出力監視用ジャンパ
R18~R25	1608チップ抵抗	10 kΩ	8	任意のプルアップ・プルダウン用
RN1	SIP集合抵抗 4素子	1 kΩ	1	LEDの電流制限抵抗
RN2	SIP集合抵抗 5素子	10 kΩ	1	
C1~C3	積層セラミックコンデンサ	0.1 μF	3	
C4	電解コンデンサ	330 μF	1	耐圧16 V以上, 8 mm径以下
LED1~LED4	LED	任意	4	3 mm径
BZ1	ブザー	ABI-001-RC	1	
T1	トランジスタ	2SC1815	1	ブザードライブ用
SW1	1回路2接点スイッチ	IS1250	1	電源スイッチ
SW2	2回路2接点スイッチ	IS2235	1	マイコンの動作モード切替スイッチ
SW3	インターフェイススイッチ	SKQU	1	センタープッシュ付き
CN1~CN5	スプリング端子台 4ピン	ML-700-NH	5	
CN6~CN11	スプリング端子台 3ピン	ML-700-NH	6	
CN12~CN14	スプリング端子台 2ピン	ML-700-NH	3	
-	5Vレギュレータ	R-78	1	外部電源使用時
-	モータドライバ	TB6568KQ	2	
-	DAコンバータ	MCP4922	1	
-	USBシリアル変換モジュール	AE-UM232R	1	秋月電子通商製
-	HB-7125マイコンボード		1	

表 A.2: Cartis7125 I/O ボードの部品リスト

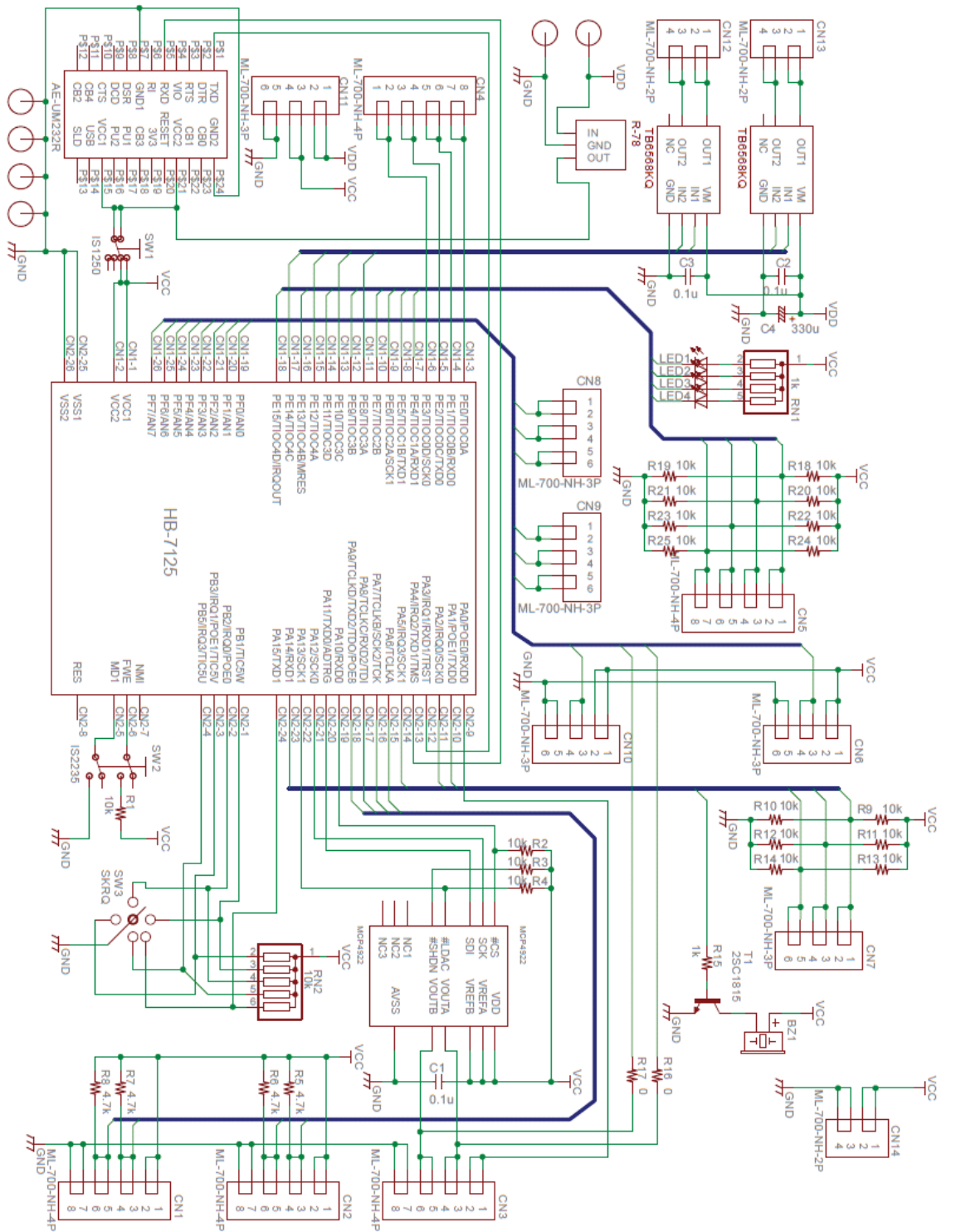


図 A.5: Cartis7125 I/O ボードの回路図

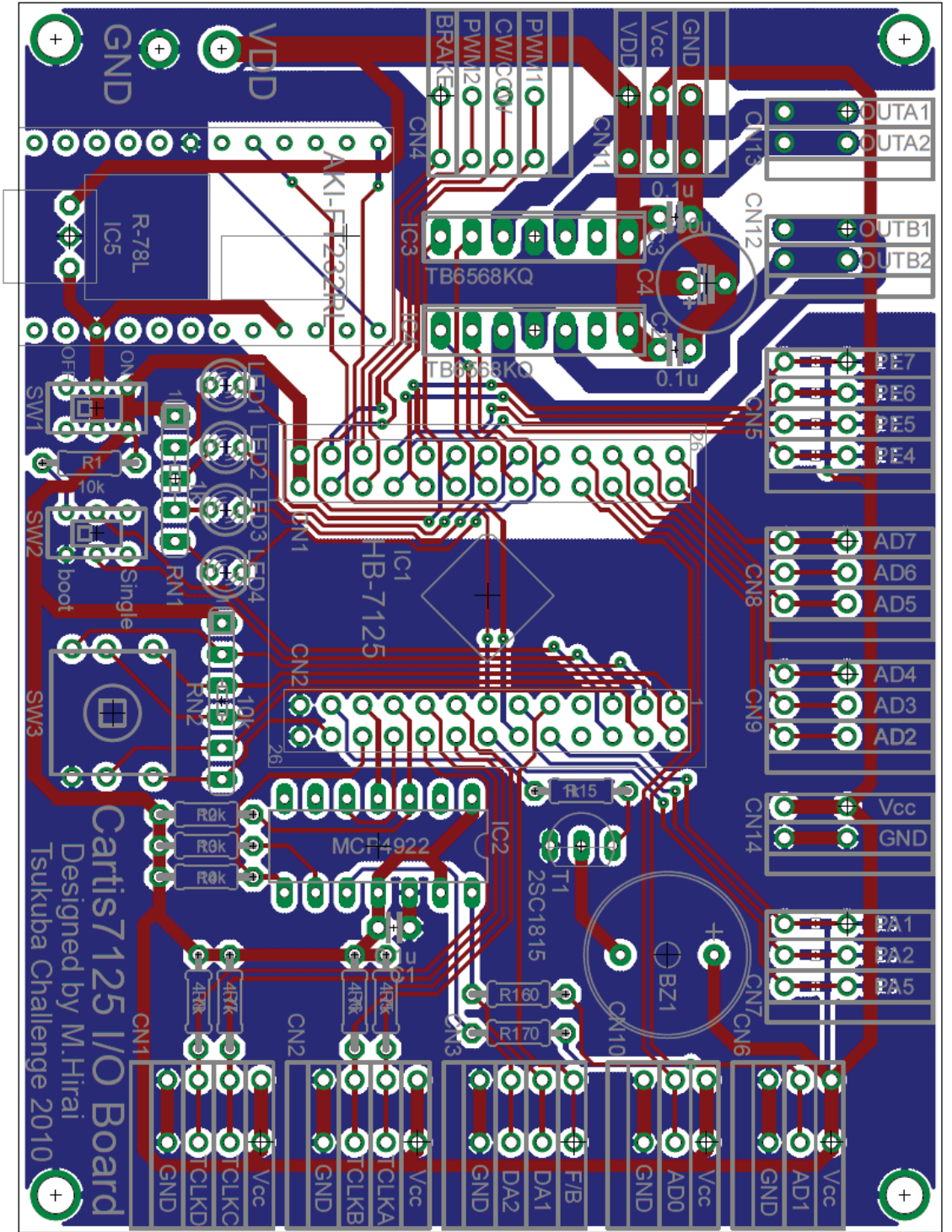


図 A.6: Cartis7125I /O ボードの実装図

A.3 RS485 サーボドライバ

RS485 サーボドライバは、システム要件番号 VI を満たすためのシステムデザイン viii を満たすために製作した大容量のサーボドライバである。このサーボドライバは四章で述べた電動車椅子型知能化移動プラットフォームに搭載されている。車椅子の電動化に用いた DC モーターは 150W の出力があり、電源負荷の大きいモータードライバをコントロールエレクトロニクス系から絶縁する必要がある。図 A.7 は、作製した RS485 サーボドライバの外観である。制御信号を絶縁をする機能を有した IC を用いた一回路のフルブリッジを搭載したモータドライバ基板と、そのモータドライバを制御するための HB-7125 マイコンボードを用いた制御基板で構成されている。HB-7125 マイコンには RS485 のシリ

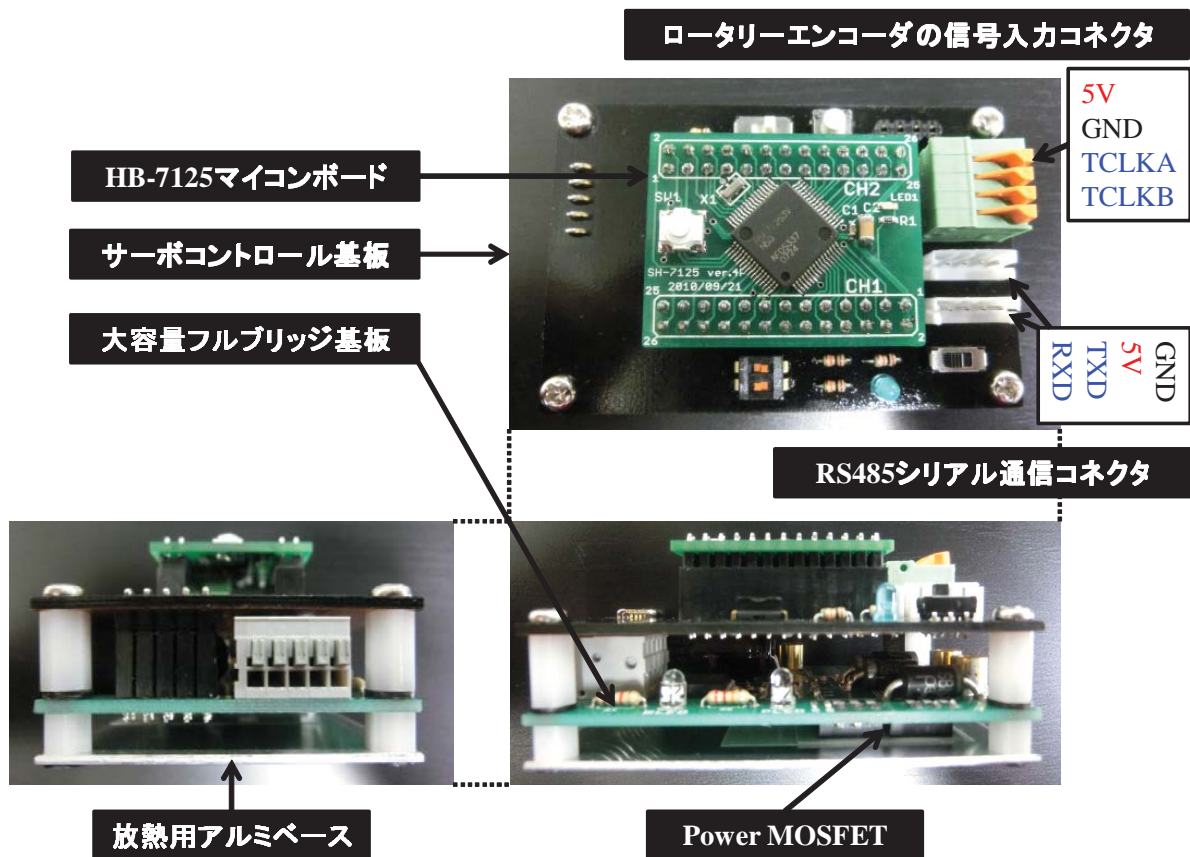


図 A.7: RS485 サーボドライバ外観

アル通信を用いてPCから速度指令を送る仕組みとした。これは複数のサーボドライバをデジチェーンにして接続することで、複数のモーターを効率の良い配線で制御可能とする工夫である。表 A.3 と表 A.4 に、モータドライバ制御基板と大容量モータドライバの部品リストを示した。図 A.9 に、モータドライバ制御基板の回路図を示した。図 A.10 に、モータドライバ制御基板の実装図を示した。設計はプリント基板CAD EAGLEを用いて行った。

図 A.8 は、サーボドライバの下段に接続されている大容量モータドライバの外観である。図 A.11 に、大容量モータドライバの回路図を示した。図 A.12 に、大容量モータドライバの実装図を示した。こちらも設計はプリント基板CAD EAGLEを用いて行った。

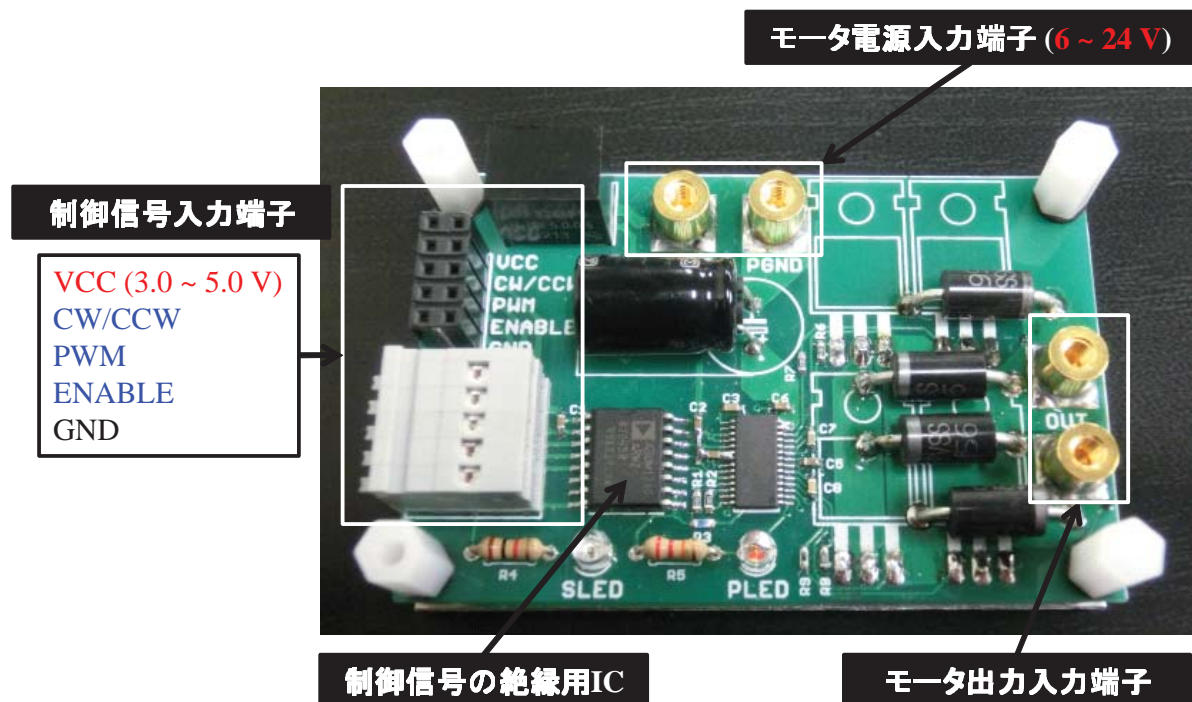


図 A.8: 大容量モータドライバの外観

記号	部品名	数値・型番	個数	備考
R1~R3	抵抗	10 k Ω	3	
R4	抵抗	任意	1	LEDの電流制限抵抗
C1	積層セラミックコンデンサ	0.1 μ F	1	2.54 mmピッチ, リードタイプ
LED1	LED	任意	1	3 mm径
SW1	1回路2接点スイッチ	IS1250	1	電源スイッチ
SW2	2回路2接点スイッチ	IS2235	1	マイコンの動作モード切替スイッチ
SW3	タクトスイッチ	任意	1	リセットスイッチ
SW4	2回路DIPスイッチ	任意	1	ID設定用
IC1	RS485ラインシーバ	LTC485	1	DIPパッケージ
CON1	スプリング端子台 4列	FFKDS/H2.54	1	ロータリーエンコーダの配線接続用
CON2	ピンヘッダ 10ピン	2 \times 5	1	
CON3~CON4	コネクタ 4ピン	JST EH	1	RS485通信用コネクタ
CON5	超ロープロピンソケット 4ピン	1 \times 4	1	高さが約3.5 mmの物(秋月電子通商取扱い)
-	HB-7125マイコンボード		1	

表 A.3: モータドライバ制御基板の部品リスト

記号	部品名	数値・型番	個数	備考
R1~R2	1608チップ抵抗	10 k Ω	2	
R3	1608チップ抵抗	30 k Ω	1	
R4~R5	抵抗	任意	2	LEDの電流制限抵抗
R6~R7	1608チップ抵抗	100 Ω	2	
R8~R9	1608チップ抵抗	10 Ω	2	
C1	電解コンデンサ	470 μ F	1	耐圧35 V以上, 10 mm径以下
C2~C4	1608チップコンデンサ	0.1 μ F	3	
C5	1608チップコンデンサ	0.47 μ F	1	
C6	1608チップコンデンサ	0.22 μ F	1	
C7~C8	1608チップコンデンサ	0.01 μ F	2	
D1~D4	ダイオード	SBM1045VSS	4	
LED1~LED2	LED	任意	2	3 mm径
T1~T4	Nch MOSFET	IRFB3607	4	
CON1	ピンソケット 10ピン	2 \times 5	1	
CON2	スプリング端子台 5ピン	ML-700-NH	1	
-	5Vレギュレータ	R-78E	1	
-	ゲートドライバ	A3941	1	
-	アイソレータIC	ADUM1310	1	
-	圧着端子取り付け用端子	PB-1-G	4	M3ねじ用

表 A.4: 大容量モータドライバの部品リスト

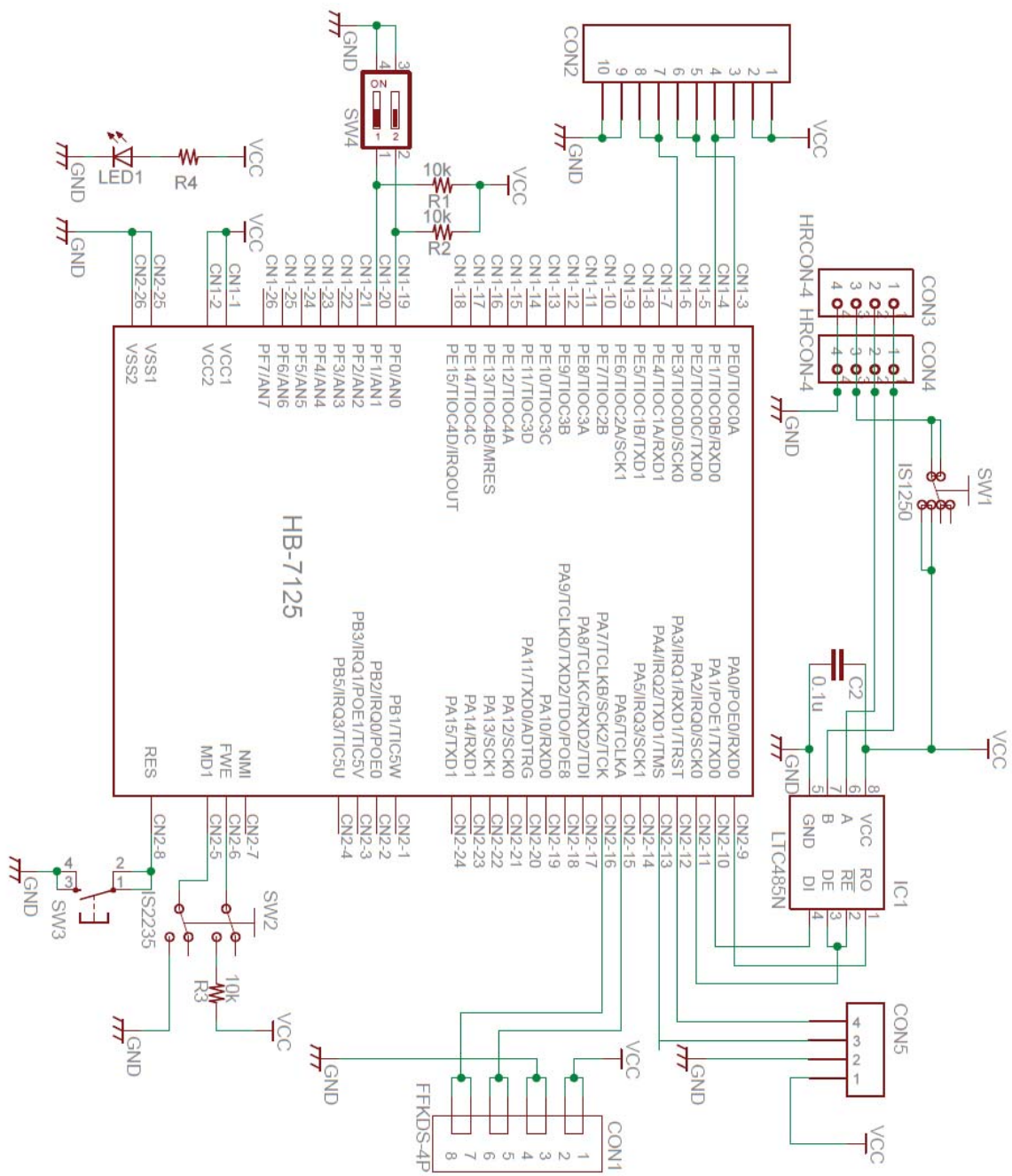


図 A.9: モータードライバ制御基板の回路図

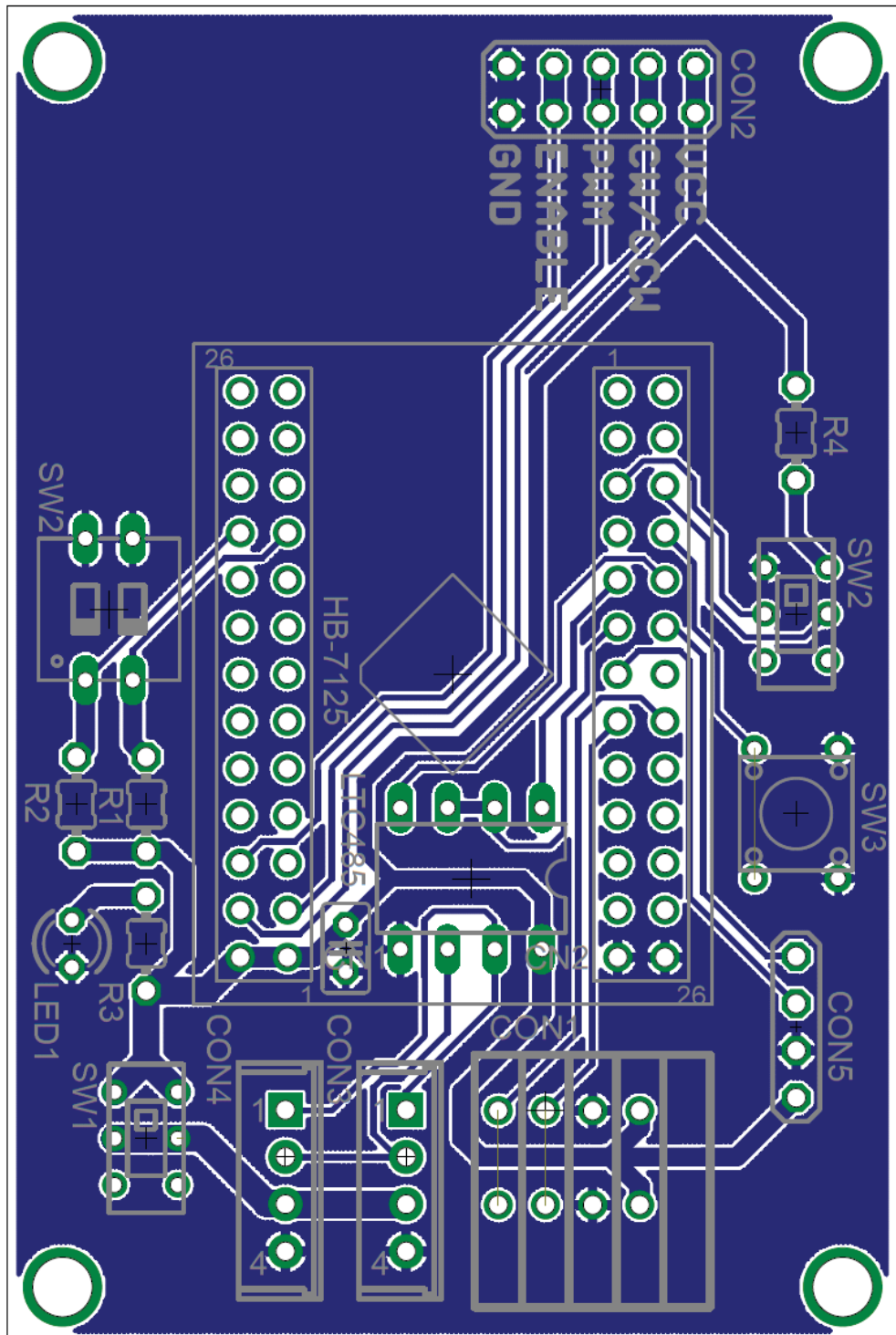


図 A.10: モータドライバ制御基板の実装図

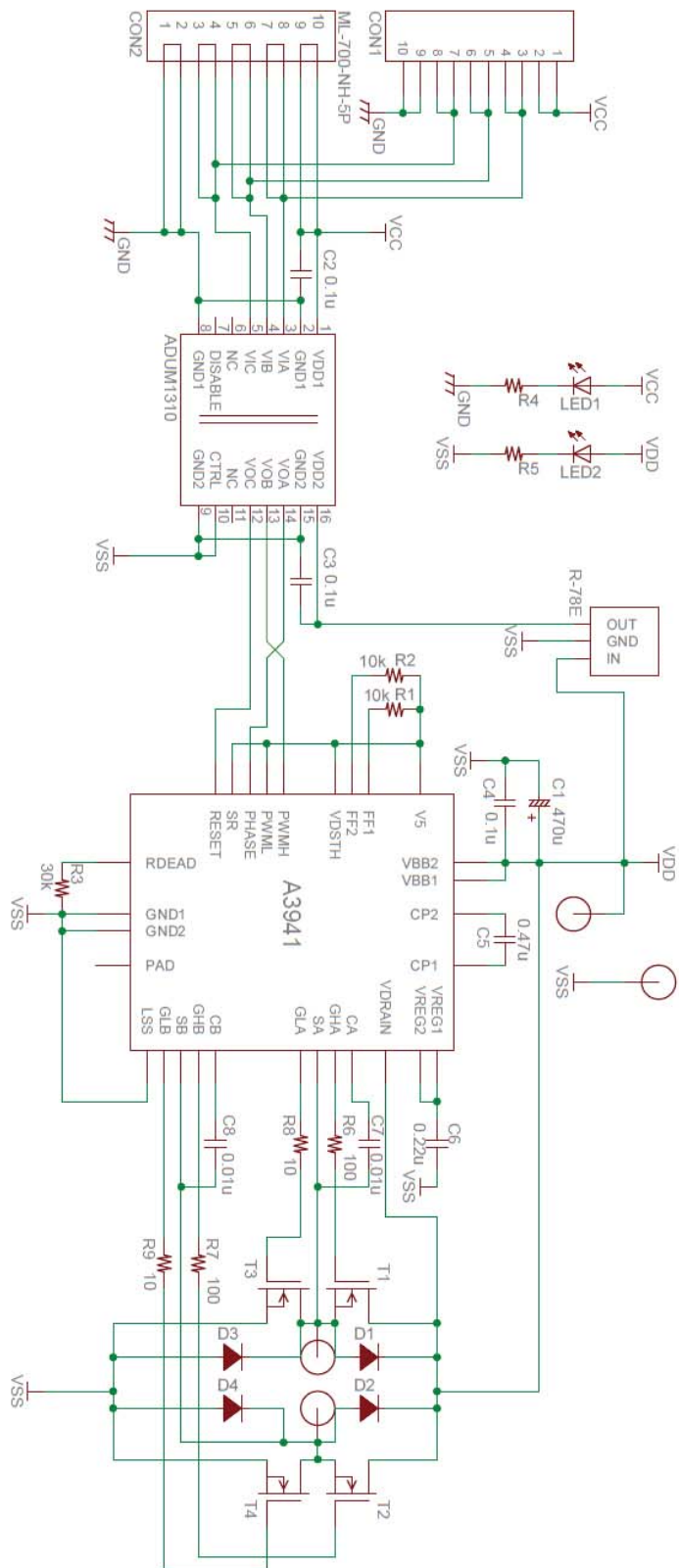


図 A.11: 大容量モータドライバの回路図

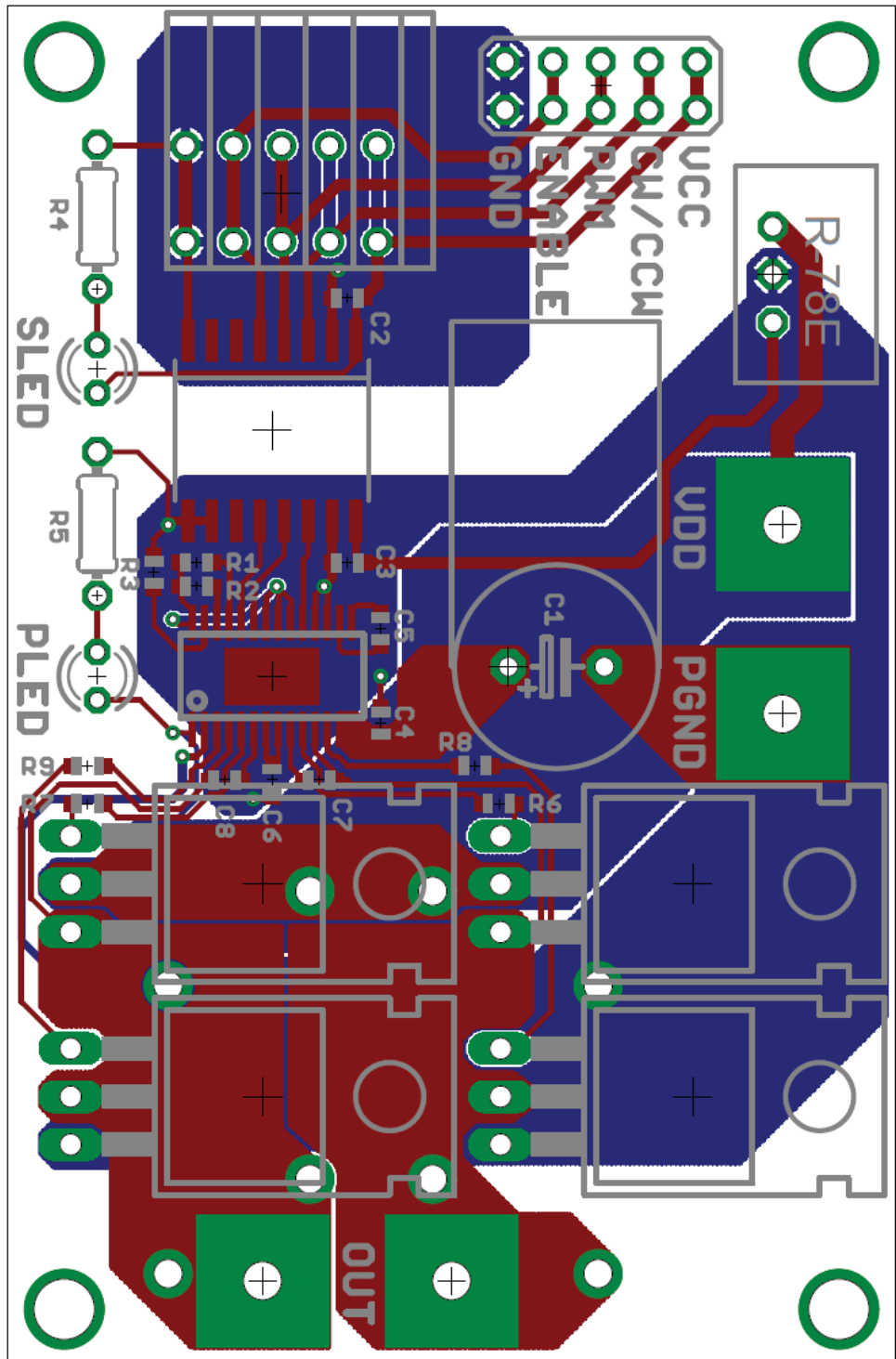
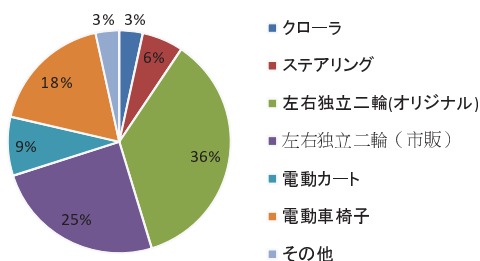


図 A.12: 大容量モータドライバの実装図

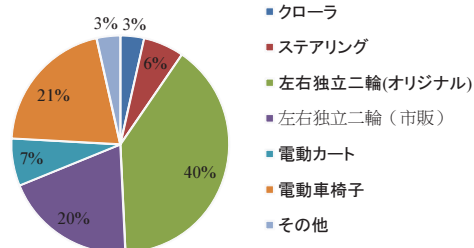
付録B 電動車椅子型知能化移動プラットフォームのハードウェア構築

移動ロボットの研究においては、市販の電動車椅子を改造して用いる例や電動車椅子メーカーが販売している研究者用プラットフォームを用いる事例は多い。図 B.1 は二章で述べた研究動向調査の一環で得られた国内の研究において使用されている移動プラットフォームの種類の分類である。図 B.1 の (a)(b)(c) を見ると、どの学会でも 50~60% 程度の割合で研究に左右独立二輪移動プラットフォームを使用していることがわかる。電動車椅子をベースとした移動プラットフォームも、約 20% 程度の割合を占めていることがわかる。しかし、電動車椅子は製品としてシステムの詳細は通常ブラックボックスとされており、改造するのに労力を必要とする、また電動車椅子メーカーが販売している研究者用プラットフォームは一般的に高価である。本論文で述べてきた研究成果は、六章の最後でも述べたが移動サービスに関する研究に多くの研究者や学生が従事できるようになる未来を目指して行ってきたものである。そのため、四章で述べた電動車椅子型知能化移動プラットフォームの開発では、安価な市販の手押しタイプの車椅子をベースプラットフォームとして改造した。しかし改造に労力を要するようでは本末転倒といえる。本章では、安価な市販の手押しタイプの車椅子を簡単に電動化し移動サービス研究を行うための移動プラットフォームに改造をする手法とその具体的な実装方法について述べる。

ROBOMECH



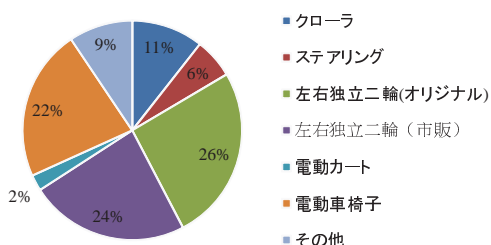
SI



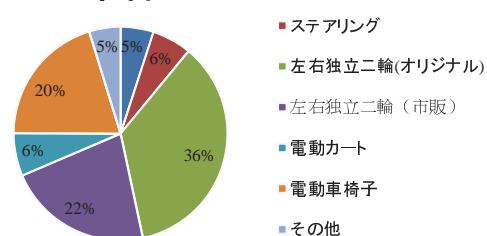
(a) 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会

(c) SICE システムインテグレーション部門講演会

RSJ



総計



(b) 日本ロボット学会学術講演会

(d) 総計

図 B.1: 国内の移動サービスに関する研究で使用されている移動プラットフォームの分類

B.1 アルミフレームを用いた車椅子のロボット化施策

市販されている車椅子は、一般的に金属パイプを溶接し組み合わせたフレームで車体が構成されている。電動車椅子化するためにはフレームを強化しつつ、簡単に様々なセンサやデバイスを搭載できるよう改造する必要がある。図 B.2(a) は、一般的なホームセンターで市販されているサドルバンドと呼ばれる金具である。図 B.2(b) は、株式会社ミスミで販売されているアルミフレームである。



(a) 一般的なホームセンターで市販されているサドルバンド金具



(b) アルミフレームの一例

図 B.2: サドルバンド金具とアルミフレームの一例

このアルミフレームは、安価で剛性が高く、また多数の品種や様々な組み付け用部品も豊富にラインナップされているので、組み合わせにより簡単に剛性が高く、かつ拡張性の高いフレーム構造を構築することができる。そのため一般的な試作・開発・研究で多用されている。これらを組み合わせて使用することで、図 B.3 のように簡単に車椅子のパイプフレームにアルミフレームを取り付けることができる。四章で述べた CARTIS TypeW では、上記手法を用いて図 B.4 (a) のようにミスミのフレームを車体底面に長方形に取り付け、車椅子のフレームを強化した。さらに後部に設置した横フレームから上部の手押しハンドルに組み付ける形でセンサ実装用レールとしてフレームを構築した (図 B.4 (b))。センサ実装用レールの途中には伸縮調整金具が取り付けられており、センサ実装用レールを必要に合わせて伸縮することが可能となっている。車体底面を前後に伸びるフレームには、駆動用モーターを配置する (図 B.5)。ここでも株式会社ミスミ製のアルミフレームを用いていることで、車軸からの距離をフレキシブルに変更することができ、必要とされる要求仕様に合わせて自由度の高いモーターの設置が可能となっている。

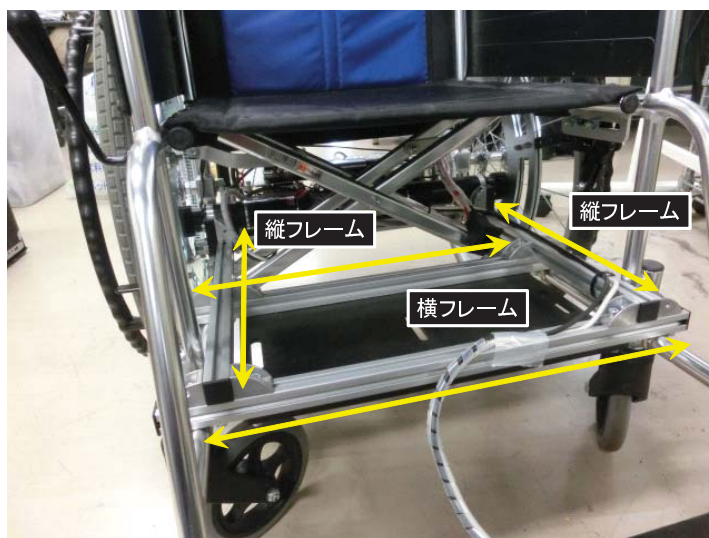


(a) アルミフレームの取り付け例 1



(b) アルミフレームの取り付け例 2

図 B.3: アルミフレームをサドルバンドを用いて車椅子に取り付ける例



(a) 車体底面のアルミフレームの取り付け構造



(b) 車体後部のアルミフレームの取り付け構造

図 B.4: アルミフレームを車椅子に取り付ける改造

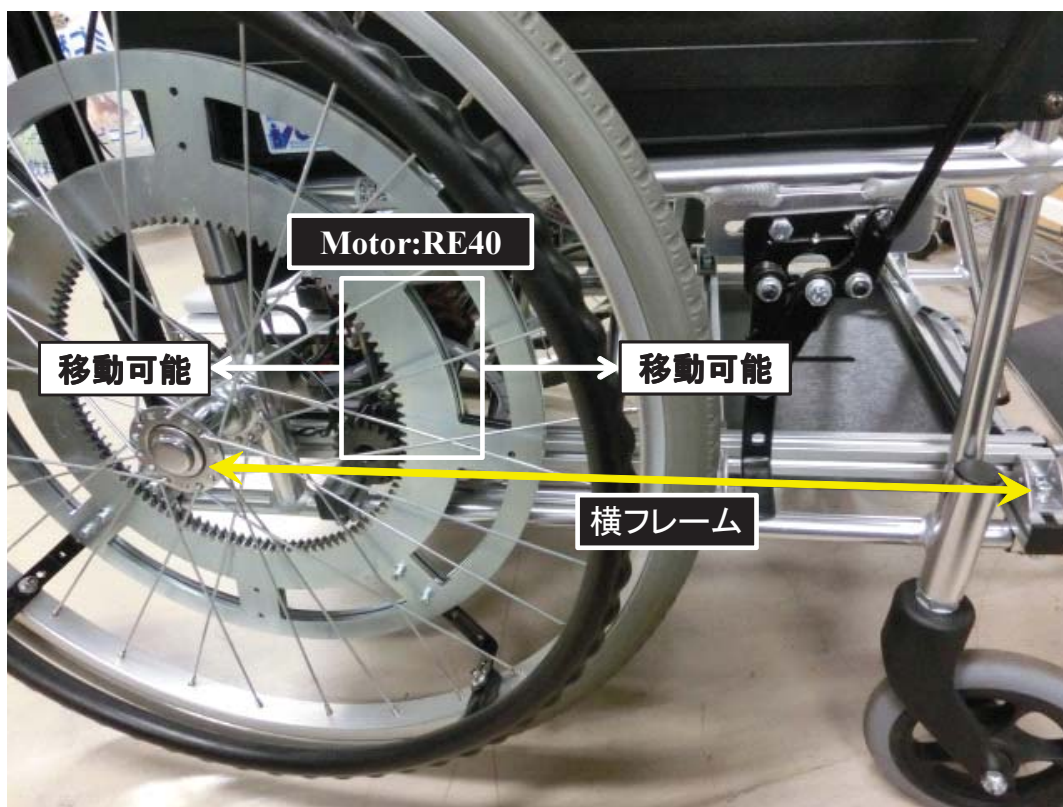


図 B.5: 車椅子の側面

B.2 車輪の減速機構

車椅子の車輪の電動化では、四.三.三節で述べたように車軸方向に小さなスペースで減速する必要があり、車輪サイズに匹敵する大型のインターナルギヤを用いて減速機構をしていることを述べた。これは通常の平歯車やプーリーベルトでは必要な減速比を得られなかったためであり、減速機構をインターナルギヤを用いて折りたたむことで問題を解決できた。しかしこの大型のインターナルギヤは一般的な車椅子に採用されているハブとスポークで構成されたホイールの車軸に取り付けることは図 B.6 のように構造的に難しい。この問題は、車椅子の使用車が手押しに使うハンドリムの取り付け穴を利用し取り付けすることで解決した。図 B.7 (a) は、これも一般的なホームセンターで市販されている板金金具である。これを取り付けたインターナルギヤをハンドリム取り付け穴を利用し取り付け (図 B.7 (b))。ハンドリムと同様、四か所で接続することで人が搭乗した



図 B.6: ハブとスポークで構成された一般的な車椅子のホイール軸



(a) 一般的なホームセンターで市販されている板金金具

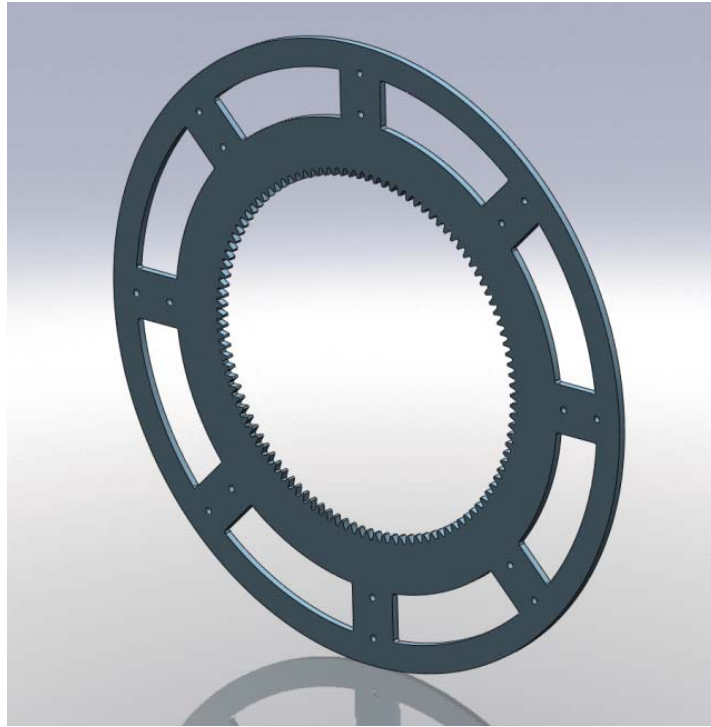


(b) ハンドリムの取り付け穴を用いてインターナルギヤを取り付ける

図 B.7: インターナルギヤの取り付け

車椅子の車輪に要求されるトルクの負荷を分散し有効な駆動力の伝達を可能としている。大型のインターナルギヤは、特注部品となり高価になる可能性があるが、一般的なCADで設計しレーザー加工業者に製作してもらうことで、比較的安価に製作する可能である。CARTIS TypeWに取り付けたインターナルギヤは三次元CADのSolidWorksで設計した。

図 B.8 (a)(b) に実際に製作されたインターナルギヤとその三次元モデルを示した。図 B.9 には図面を記載した。材質には必要な歯面強度と価格から板厚 4.5 mm の SPCC と呼ばれる圧延鋼板を選択した。実際の減速機構では、この板厚 4.5 mm のインターナルギヤを二枚使用し、歯厚 9 mm のインターナルギヤとして使用している。



(a) インターナルギヤの三次元モデル



(b) 実際に製作されたインターナルギヤ

図 B.8: 製作されたインターナルギヤとその三次元モデル

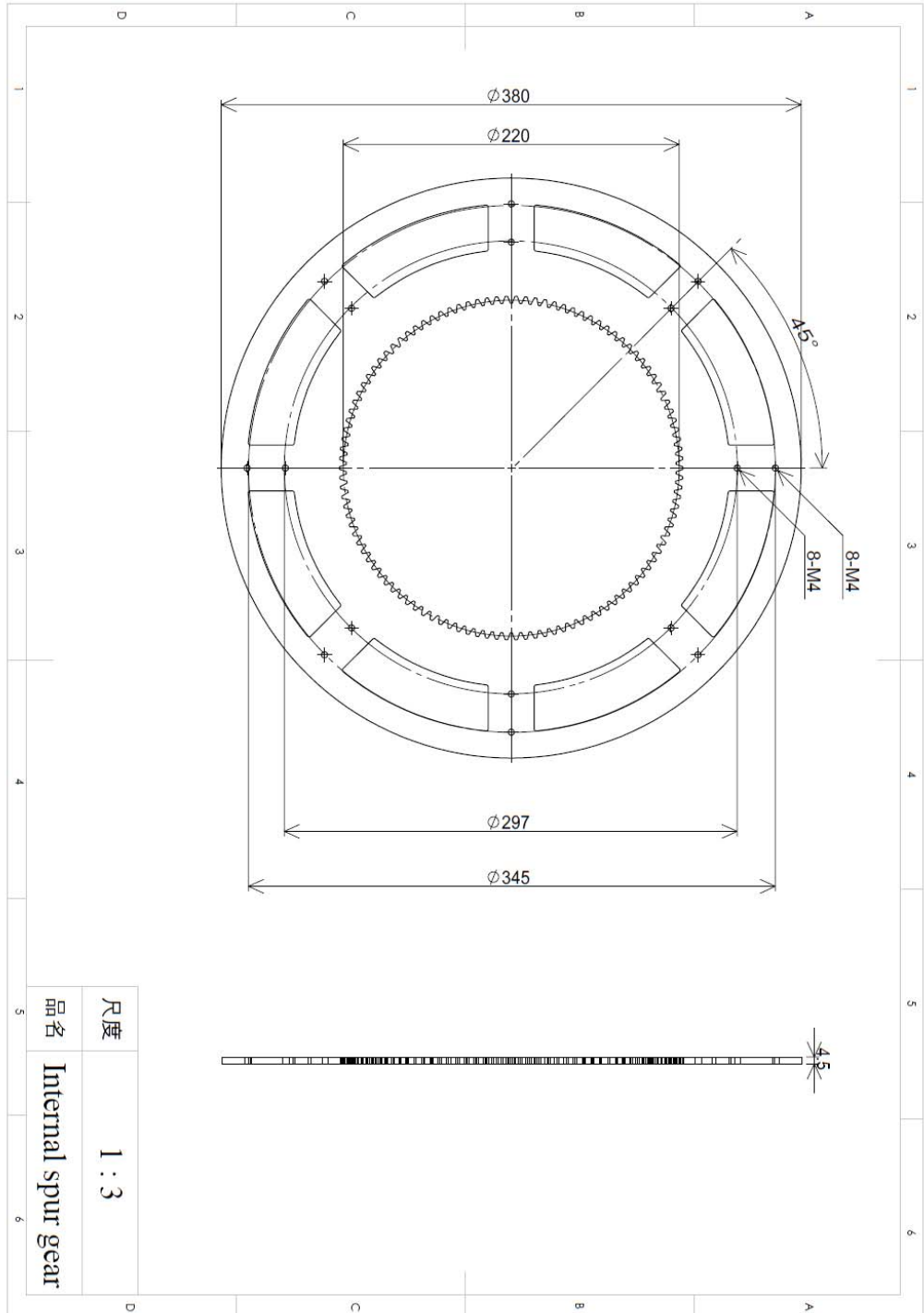


図 B.9: インターナルギヤの図面

研究業績

学術誌論文

- 平井 雅尊, 大谷 洋介, 村松 聡, 佐藤 晶則, 富沢 哲雄, 工藤 俊亮, 末廣 尚士
“公共空間における移動サービスの実現に向けた知能化電動カートの開発”
計測自動制御学会論文集 Vol. 49, No. 1, 2013

国際会議発表論文

- Masataka. Hirai, Tetsuo. Tomizawa, Shunsuke. Kudoh, and Takashi. Suehiro:
“ Human Friendly Path Tracking for Autonomous Robot Cart:
Determine Look-ahead Target Points Under Shortcut Controlling ,”
in Proc. of IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics,
pp 397-402, 2012
- Masataka. Hirai, Tetsuo. Tomizawa, Satoshi. Muramatsu, Masanori. Sato, Shunsuke.
Kudoh, and Takashi. Suehiro:
“ Development of an Intelligent Mobility Scooter, ”
in Proc. of IEEE International Conference on Mechatronics and Automation, pp 46-52,
2012

国内会議発表論文

- 平井 雅尊, 村松 聡, 岩井 純一, 佐藤 晶則, 御堂丸 圭介, 富沢 哲雄,
工藤 俊亮, 末廣 尚士
“四輪車両型自律移動ロボットの開発”
第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会,
1A4-1, pp. 56-59, 2010
- 平井 雅尊, 村松 聡, 佐藤 晶則, 大谷 洋介, 富沢 哲雄, 工藤 俊亮,
末廣 尚士
“公共空間を自律移動する電動カートの開発 -つくばチャレンジ 2011 の戦略と
走行結果”
つくばチャレンジシン 2011 開催記念シンポジウムレポート集 pp. 25-26, 2011
- 平井 雅尊, 富沢 哲雄, 工藤 俊亮, 末廣 尚士
“移動サービスアプリケーションのための経路マップを用いたナビゲーション”
第 13 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会,
3E4-2, pp. 2150-2153, 2012

関連論文

- (1) **Masataka Hirai**, Satoshi Muramatsu, Masanori Sato, Tetsuo Tomizawa,

Shunsuke Kudoh, Takashi Suehiro

「Development of an Intelligent Mobility Scooter」

平成 24 年 8 月 in Proc. of IEEE International Conference on Mechatronics and Automation, pp. 46-52.

- (2) **平井 雅尊**, 大谷 洋介, 村松 聡, 佐藤 晶則, 富沢 哲雄, 工藤 俊亮,
末廣 尚士

「公共空間における移動サービスの実現に向けた知能化電動カートの開発」

平成 25 年 1 月 計測自動制御学会論文集 49 巻 1 月号, pp. 93-101.

著者略歴

平井 雅尊 (ひらい まさたか)

1983年 7月 東京都に生まれる

2002年 3月 神奈川県立 厚木高等学校 卒業

2003年 4月 電気通信大学 電気通信学部 量子・物質工学科 入学

2007年 3月 電気通信大学 電気通信学部 量子・物質工学科 卒業

2007年 4月 電気通信大学 大学院電気通信学研究科

量子・物質工学専攻 博士前期課程 入学

2009年 3月 電気通信大学 大学院電気通信学研究科

量子・物質工学専攻 博士前期課程 修了

2009年 4月 電気通信大学 電気通信学部 知能機械工学科

研究生として修学

2010年 4月 電気通信大学 大学院情報システム学研究科

情報メディアシステム学専攻 博士後期課程 入学

2014年 3月 電気通信大学 大学院情報システム学研究科

情報メディアシステム学専攻 博士後期課程 修了

日本ロボット学会会員