

RoboCar を用いた大学院モジュール統合科目教育



第2回「実践！ロボット教育・研究フォーラム」

2010年8月3日

○河合宏之 藤木信彰 南戸秀仁 佐藤隆一
金沢工業大学大学院 工学研究科 機械工学専攻



モジュール統合科目

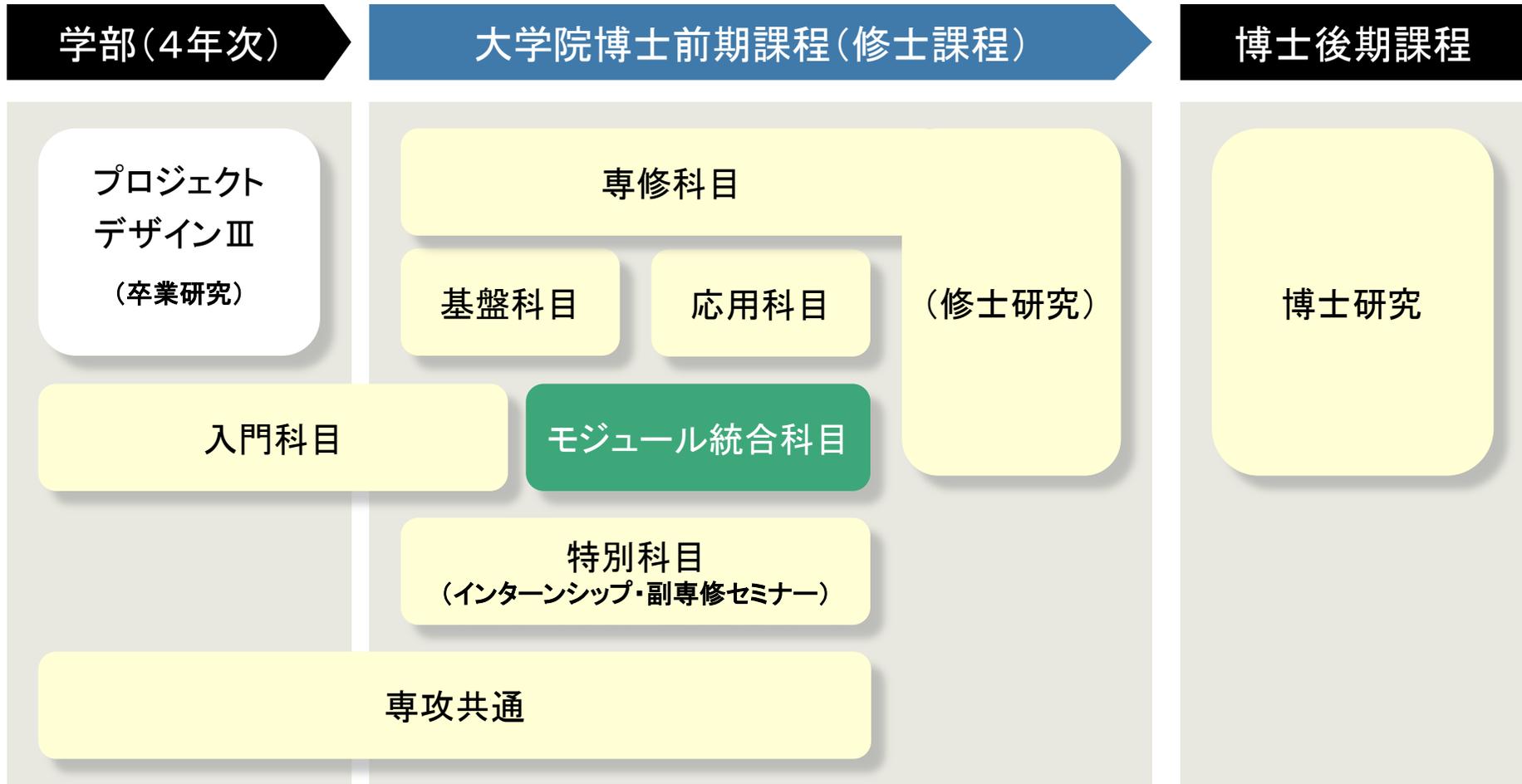
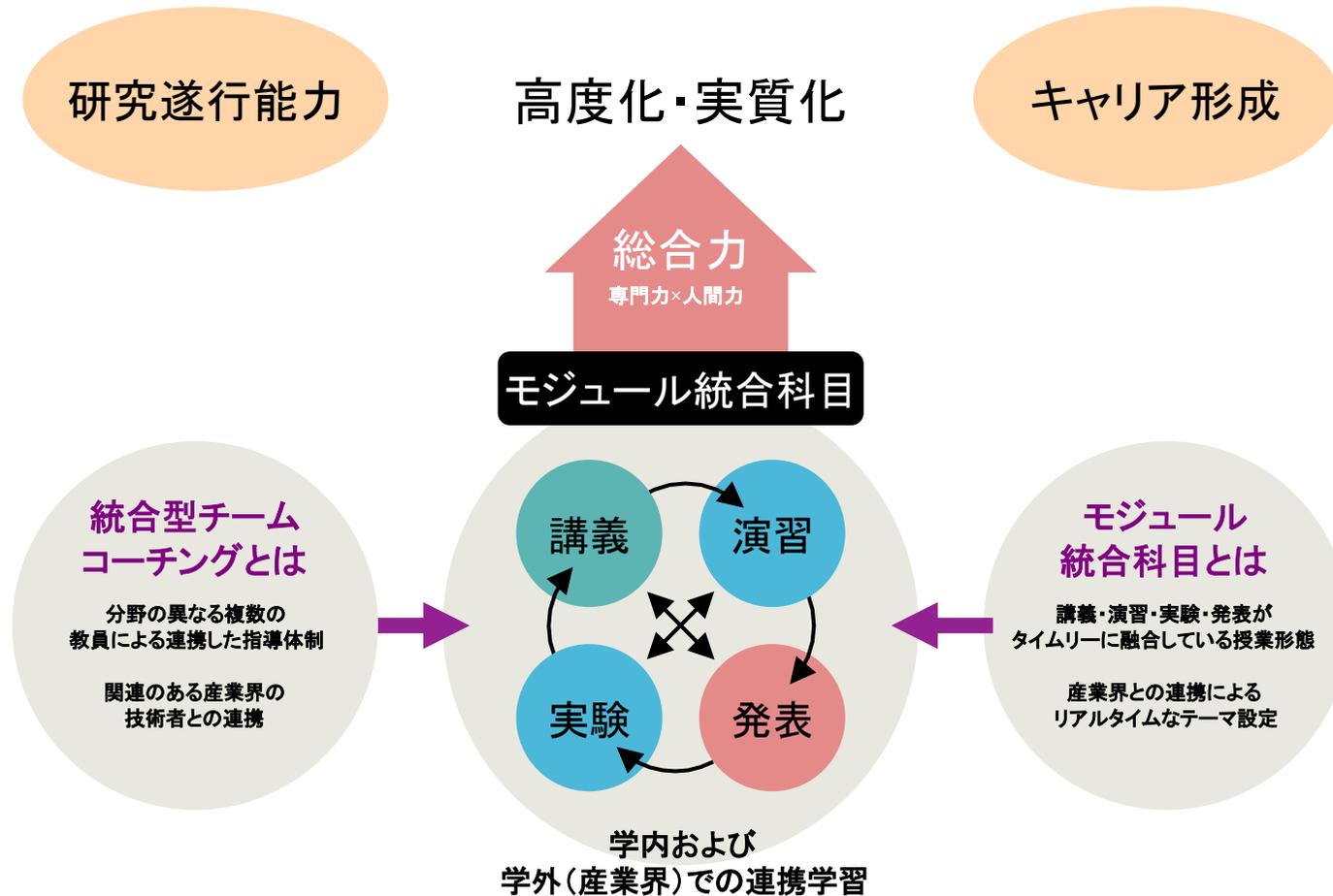


Fig. : 大学院博士前期課程における科目群



モジュール統合科目

Kanazawa Institute of Technology



モジュール統合科目では、企業など外部と連携し、実際に社会で起きている問題をテーマにその分野の専門家を招いて講義を実施。研究所や連携企業での実験・演習を通して問題点を理解し、解決策を提案する。専門分野の異なる複数教員の指導を受けながらプロジェクト活動を進め、研究者・技術者としての総合力を伸ばす。



モジュール統合科目

Kanazawa Institute of Technology

機械工学専攻

機械部品最適デザイン統合特論

機械工学科

ものづくりデザイン統合特論

制御系設計解析統合特論

ロボティクス学科

航空機設計開発統合特論

航空工学科

開講期: 修士1年 夏・秋・冬学期(3/4年)

単位: 6単位 (週4コマ: 1コマ45分×4 + 15分×3 = 225分)

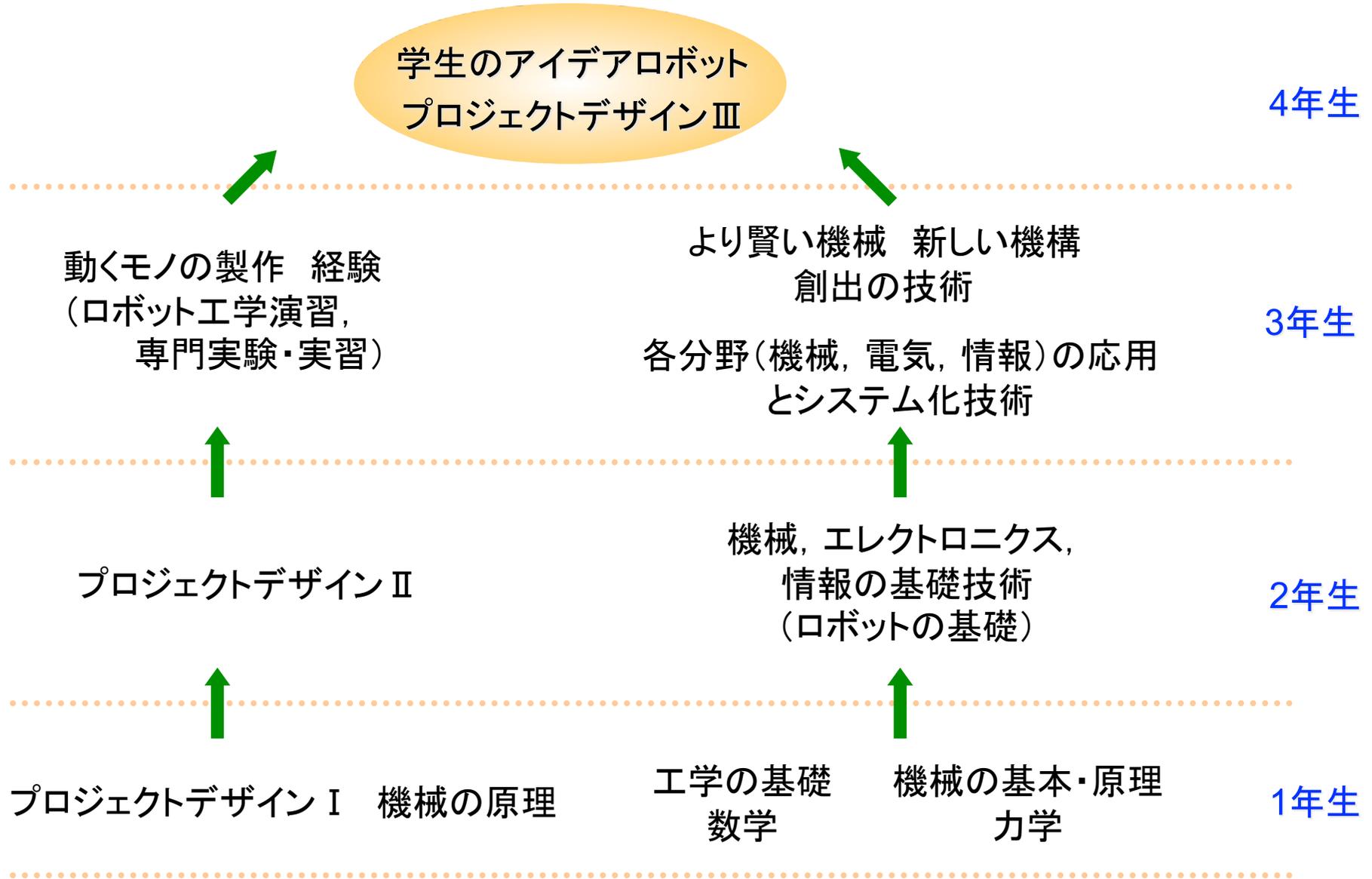
人数: 10~20人/テーマ

担当教員: 4名程度



学部(ロボティクス学科)におけるものづくり実践的教育

Kanazawa Institute of Technology



創造教育

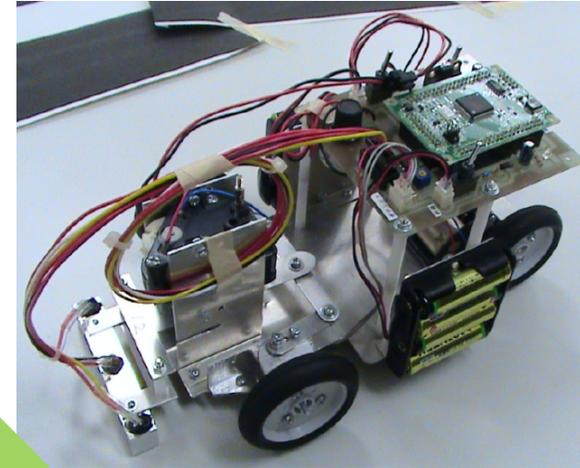
ロボット技術教育



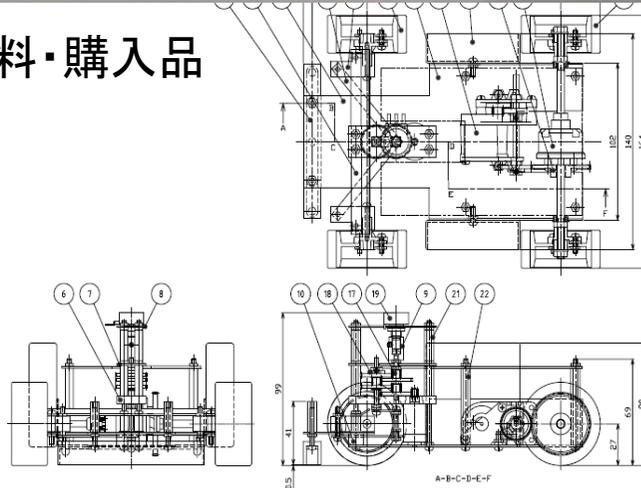
学部(ロボティクス学科)におけるものづくり実践的教育

Kanazawa Institute of Technology

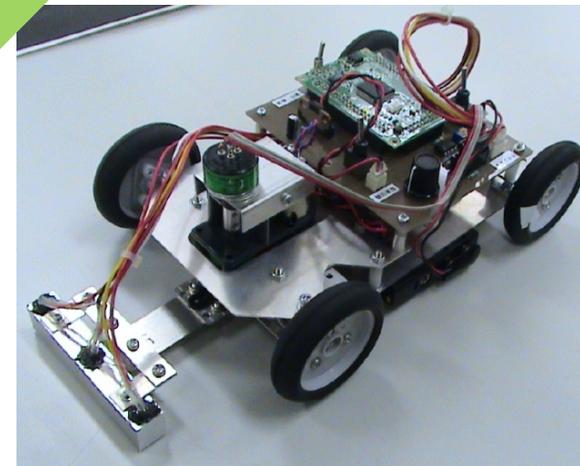
CADを使って組立図, 部品図を製図し, 夢考房(学内施設)で材料の加工をおこなう



材料・購入品



組立図



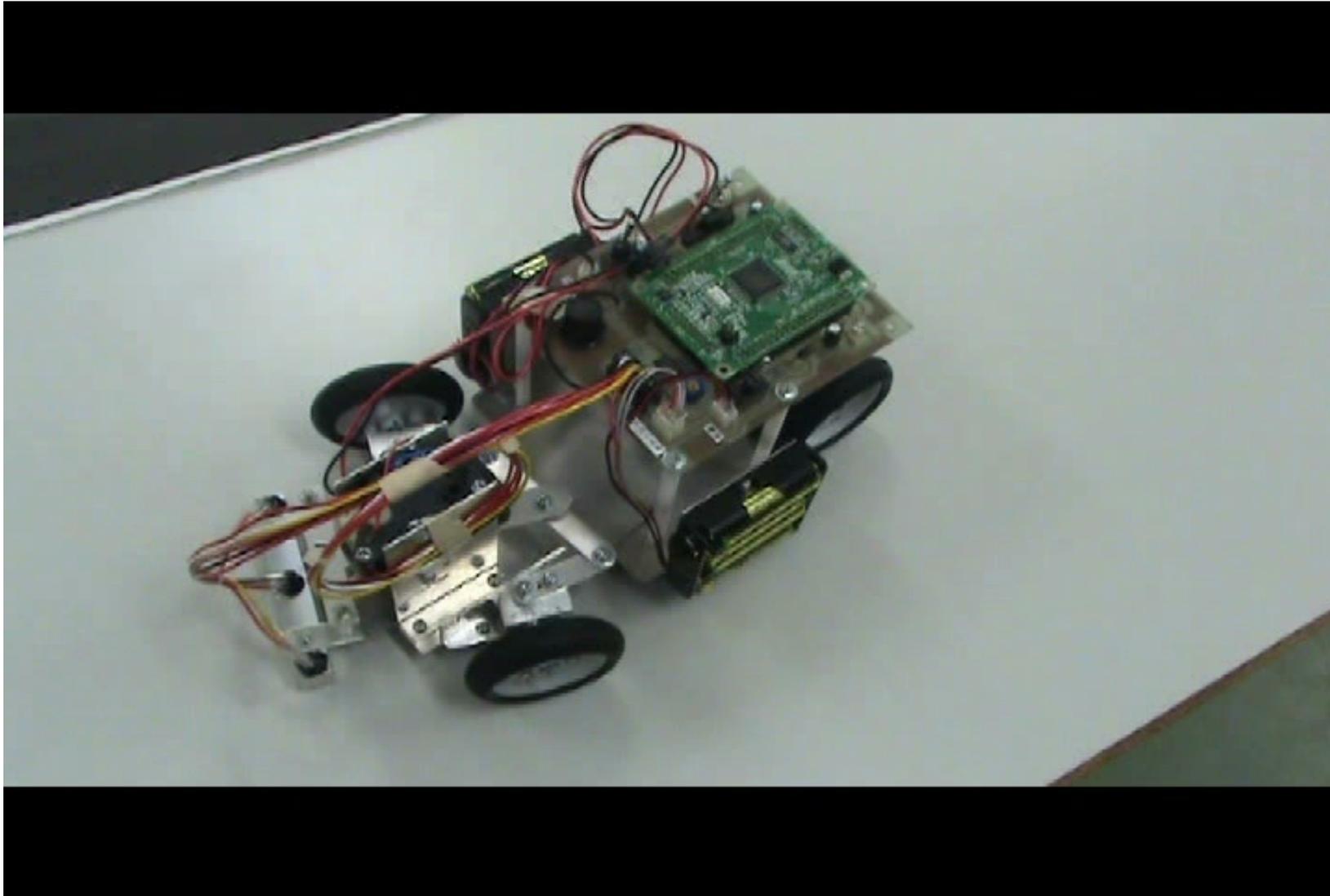
製作したマイコンカー

3年次: ロボット工学演習(製作) + 工学専門実験・演習(センサ, 回路, マイコン, 制御)



マイコンカーのライトレース

Kanazawa Institute of Technology





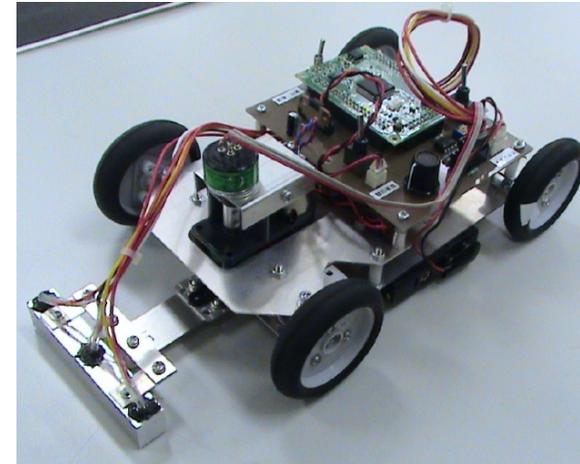
学部におけるものづくり教育

- ハードウェアの設計と製作
- センサの特性評価
- 操舵のPID制御



大学院におけるものづくり教育

- 制御系・システムの設計
- アルゴリズムの提案



マイコンカー

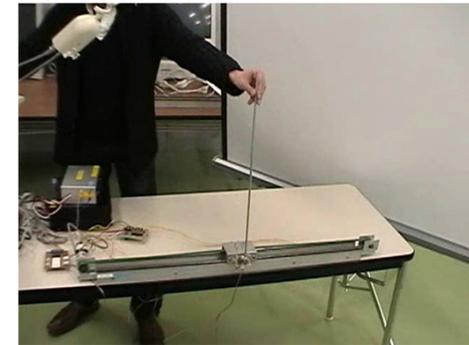


2008年度制御系設計解析統合特論

2008年度:倒立振り子

人数:13人(2~3人/チーム, 5チーム)

実施内容: 倒立振り子のモデル化・同定実験



実験装置

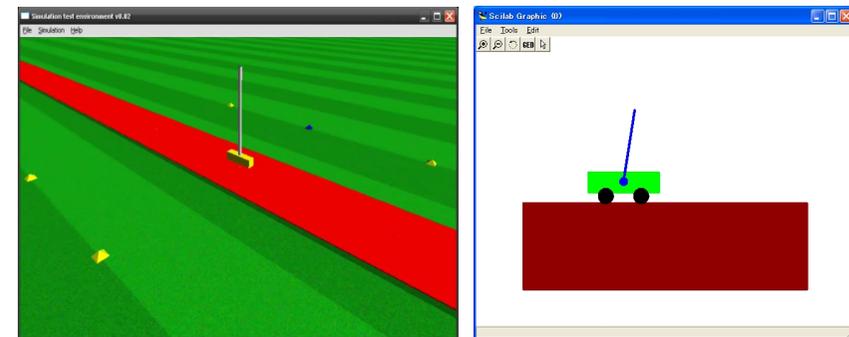
シミュレータの製作(Matlab, Scilab, ODEなど)

制御系設計(PID, 極配置, 最適ギューレータ, オブザーバなど)

マイコンプログラミング

実験・評価・解析

成果発表(内部)



シミュレータ

制御系設計 ↔ 外部との連携



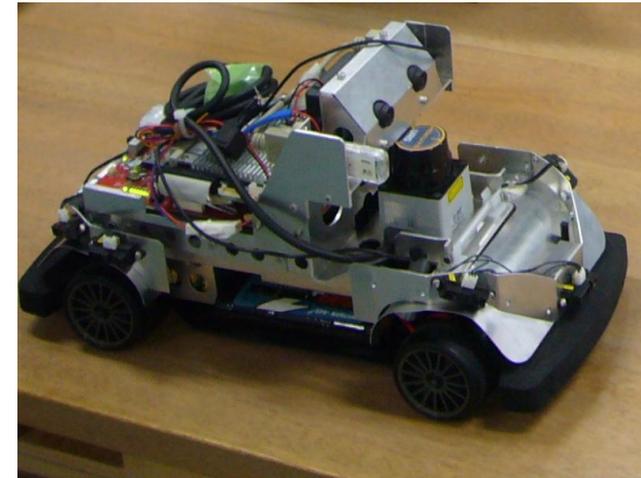
2009年度制御系設計解析統合特論

2009年度:RoboCar の自律走行

人数:19人(3~4人/チーム,5チーム)

実施内容: RoboCar 開発環境(Linux)の構築

つくばチャレンジ2009への出場
(仕様決定のためのグループ討議)



ハードウェアの制約により出場を断念



1km強のコースを2時間以内に
自律的に走行する



2009年度制御系設計解析統合特論

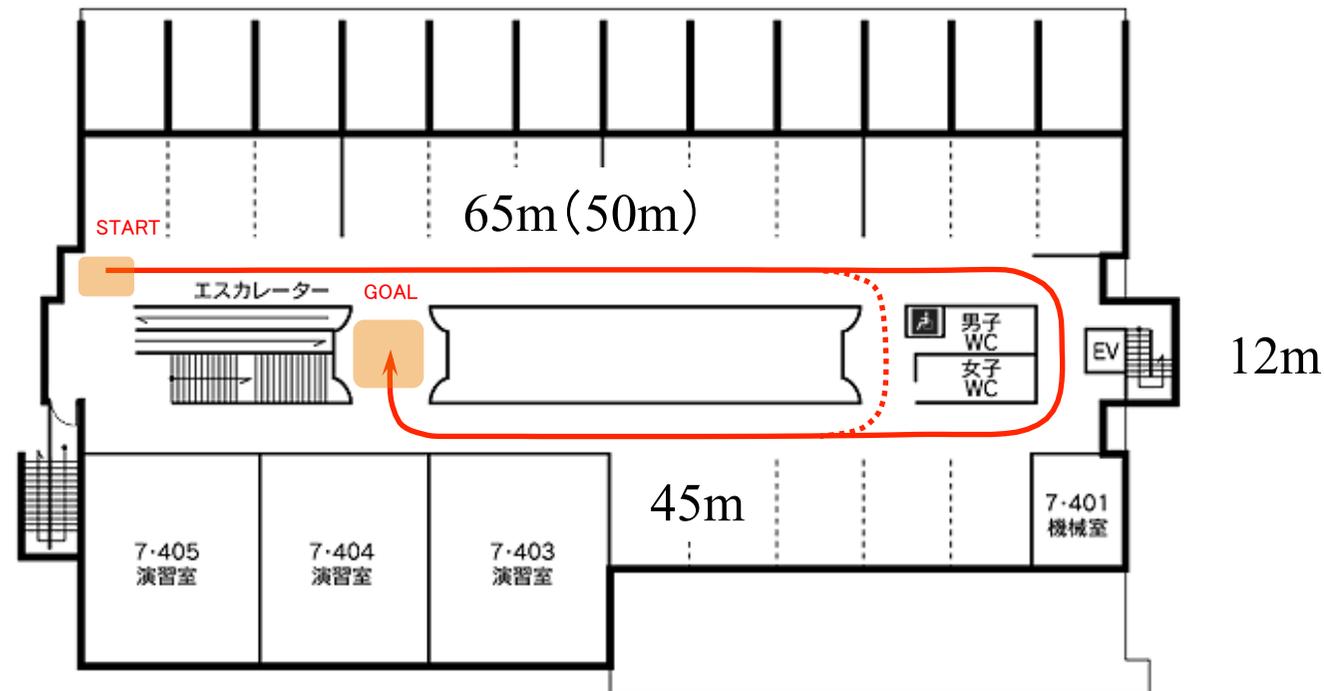
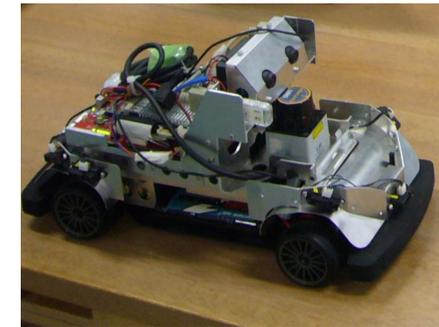
2009年度:RoboCar の自律走行(校内のフロアを使用)

人数:19人(3~4人/チーム,5チーム)

実施内容: RoboCar 開発環境(Linux)の構築

アルゴリズムの提案・設計(センサの追加を許可)

講演会・成果発表





取り組み例1

目標

- 経路の変更やマップの変化に対応
- コース上の不確定要素(移動障害物等)に対応

ポテンシャル法による走行アルゴリズムを提案

使用したセンサ:

自己位置同定 (デッドレコニング)

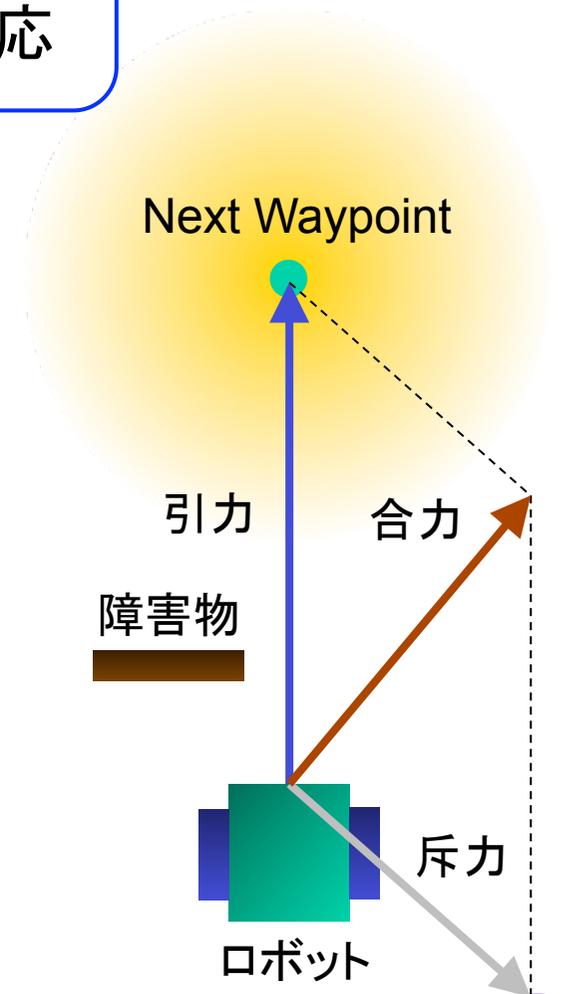
エンコーダ: 車輪の回転数を算出

ジャイロセンサ: ロボットの姿勢を算出

障害物位置推定

レーザレンジファインダ(LRF):
障害物の位置を算出

自己位置算出のデバッグ用ツールを製作





学生が製作したデバックツール

HopiDebugger ver1.0
File Log About Help

**HOPIDEBUGGER
PLAYLOG**

Plot Position[m]
x = 4.9 y = 57.4

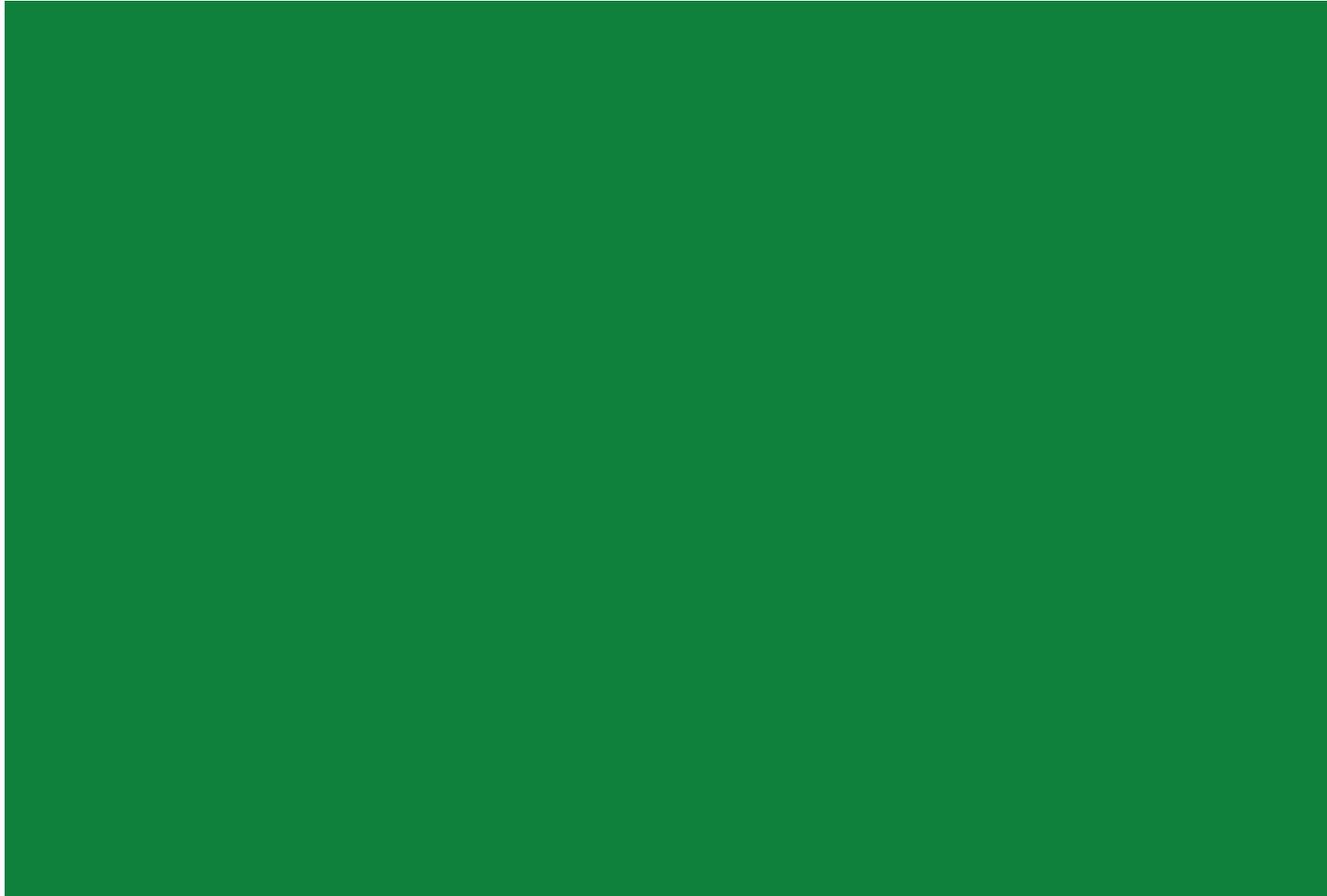
WayPoints(x,y)[m]

- 0:(0,10.8)
- 1:(0,21.08)
- 2:(0,37.68)
- 3:(0,52.35)
- 4:(0,58.35)
- 5:(5.65,58.35)
- 6:(9.25,58.35)
- 7:(9.25,53.35)
- 8:(9.25,16.22)
- 9:(4.65,16.22)



デモンストレーション(障害物回避実験)

Kanazawa Institute of Technology





取り組み例2

目標

- 人に道を案内する際に与える情報と同じ情報で走行させる
(マップデータの1部のみを与える)

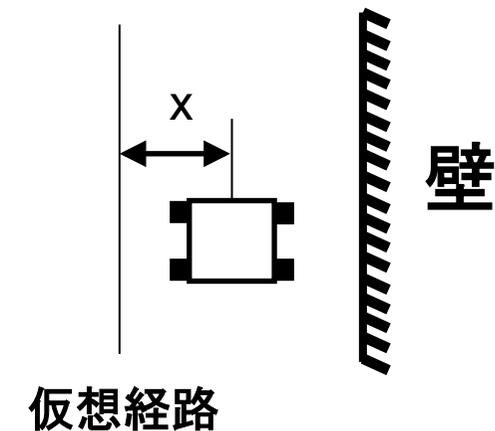
壁から一定の距離を保つ走行アルゴリズムを提案

使用したセンサ:

レーザレンジファインダ (LRF) : 壁の検出

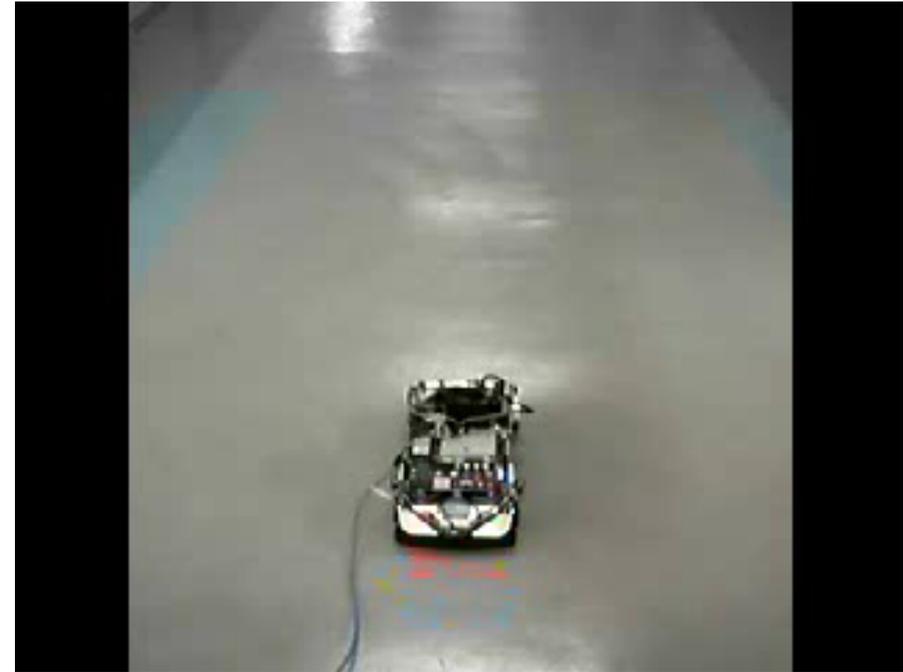
ジャイロセンサ : ロボットの移動距離を算出

ジャイロセンサの誤差をLRFにより修正



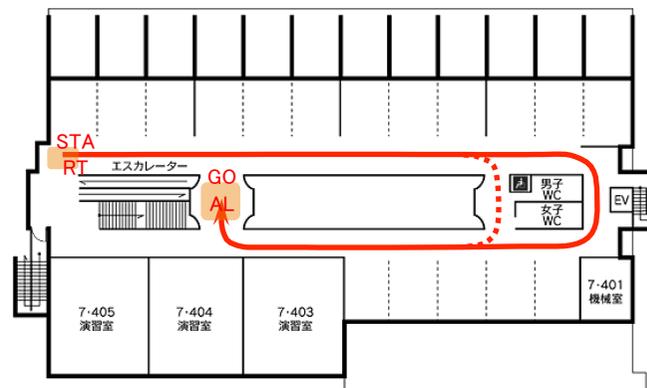


デモンストレーション



本走コースの走行(x8)

異なるコースの走行(x8)





取り組み例3

目標

- 直線部分を正確に速く走行させる

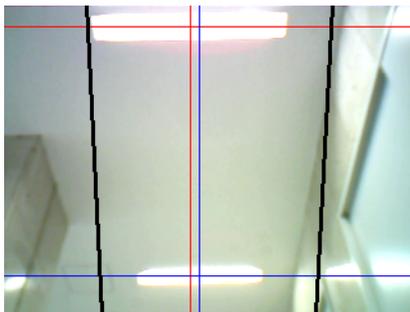
視覚情報を用いた走行アルゴリズムを提案

使用したセンサ:

カメラ: 蛍光灯による直線の検出

レーザレンジファインダ:
ポテンシャルフィールド法で利用

ノートPCを付加 (OpenCVを使用)





デモンストレーション

Kanazawa Institute of Technology





取り組み内容一覧

- 1班 • 自己位置同定(エンコーダ, ジャイロセンサ) + 障害物位置推定(LRF)
自己位置算出のデバッグ用ツールを製作
- 2班 • 壁の検出(LRF) + 移動距離推定(ジャイロセンサ, LRF)
〔 • 障害物検出(赤外線測距センサ), デッドレコング(エンコーダ) 〕
〔 • 直線検出(ステレオカメラ) 〕
- 3班 • 内界センサのみでの制御(エンコーダ, ジャイロセンサ)
- 4班 • 自己位置同定(エンコーダ, ジャイロセンサ) + 壁検出(赤外線測距センサ)
〔 • 壁の検出(LRF) 〕
- 5班 • If- State 制御(LRF)
• 視覚フィードバック制御(カメラ, PC付加(OpenCV))
〔 • 自己位置同定(エンコーダ, LRF) + 障害物回避(LRF) 〕
自己位置同定のシミュレータを製作

* 自己位置同定が課題(GPSを付加していない)



講演会・発表会



講演会 ZMP 篠原 隆 氏
「カーロボティクス・プラットフォーム
RoboCarの開発」



成果発表会



デモンストレーション前の最終調整



デモンストレーション



肯定的な意見

- 自ら問題発見をし、解決策を模索していく取り組みは非常に良かった
- 学部ではできない取り組みであるから、是非これからも続けてほしい
- 個人的には、研究室の個性が出るので、倒立振子より面白かった
- 自分に何が足りないかを確認することができた
- スケジュール管理能力が向上した
- 全くの手探りの状態から進んだので難しい点も多々あったが、最終的にはよい経験になった

改善を望む意見

- RoboCar 1台ではデバッグ環境が少なく、ほかの班が終わるのを待つなどの無駄な時間が多い
- モデルを同定することができず制御系設計ができなかったのが残念
- 授業時間内のみで終わることがないのは理解していたが、授業時間以上の時間外活動をしてようやく完成させるというのは、負担が大きいと感じた



おわりに

大学院モジュール統合科目

- 講義・演習・実験・発表
- 外部との連携

RoboCar は教材として適している



2010年度:倒立振り子, RoboCar の自律走行

人数: 19人(3~4人/チーム, 5チーム)

実施内容: 倒立振り子の制御系設計(Matlab, DSP)

RoboCar でのアルゴリズムの提案・設計
(センサの追加を許可)

講演会・成果発表

