一般社団法人　日本ロボット学会　第 84 回 ロボット工学セミナー レポート

ロボットの作り方 2014

～移動ロボットプラットフォームの製作と走行制御～

日　時：2014 年 6 月 21 日（土）・22 日（日）10:00～16:30（開場 9:30）
会　場：電気通信大学　創立 80 周年記念会館　フォーラム 3 階
　　〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1
参加者数：18 グループ（34 名）
オーガナイザ：城間直司（茨城大学），冨沢哲雄（電気通信大学）

概要

移動ロボットの研究を始めようとしている学生や若手研究者，企業の方を対象とし，汎用ロボット用コントローラを利用した移動ロボットプラットフォームを製作し，ロボットの走行プログラムを作成することで，移動ロボットのハードウェアとソフトウェアの両方を体験していただくセミナーを 2014 年 6 月 21 日（土）と 22 日（日）の 2 日間の日程で電気通信大学創立 80 周年記念会館フォーラム（3 階）において実施しました．

本セミナーでは，実習で利用した教材をセミナー後も参加者に利用していただけるようにすることを目標のひとつとしており，製作したロボットはそのまま研究教育用途で利用できるほか，本体構造やモータを増強したり，センサを追加したりするなどの機能拡張を独自に施すことで，様々な移動ロボットシステムのベースとしても利用できるものとしました．車体の構造部品やモータは，できるだけ安価（≒低スペック）な部品を使用し教材のコストはできるかぎり抑えるようにしましたが，モータコントローラやソフトウェアは，より高性能なモータや，異なる大きさの車体・車輪径にも対応できるものを選定しました．例年と比較して実習費が高額になるため，受講者数を確保するための新しい試みとして，ひとつの教材に対して最大 3 名で実習を行うグループ参加を可能としました．

定員を 18 グループとし，3 月下旬より参加申込を開始したところ，5 月末までに定員に達し，その後もキャンセル待ちや多数の問い合わせをいただきました．3 名グループが 4 つ，2 名グループが 8 つ，1 名グループが 6 つで，参加人数は合計で 34 名でした．複数人で参加したグループ数が半分以上となりました．

セミナー1 日目は，ロボットの組み立てと動作テストを行い，2 日目は，ロボットのプログラミングと課題の取り組みを行いました．2 日目の午後は ATR 専任研究員の渡辺敦志氏に「ロボットのモータ制御と走行軌跡制御」と題してご講演いただきました．また，渡辺氏のご講演に先立って，本セミナーで使用する走行制御ライブラリやモータドライバの研

究開発に携わってこられた芝浦工業大学特任教授油田信一先生より「SPUR – 移動ロボット走行制御サブシステム」と題して特別にご講演もいただきました.

移動ロボットプラットフォーム

セミナーにおいて，図 1 に示すような独立二輪駆動の移動ロボットを参加者ごと（グループ参加の場合はグループごと）に一台製作しました. 汎用モータコントローラとしては，T-frog プロジェクト（http://t-frog.com/）の二軸ブラシレスモータドライバ(*1)を使用しました. ロボット制御用のノート PC は参加者に持参していただき，オープンソースのソフトウェア YP-Spur(*2) を用いてノート PC 上で走行プログラムを作成して移動ロボットを制御しました. 対象 OS は，Ubuntu と Windows の両方としました. 教材には，モータ，車輪，キャスタ，本体部品，ロボット用コントローラが付属しています. その他のセンサは付属しておりませんが，ユーザが追加でカメラやレーザセンサを搭載してそれらのセンサ情報に基づいた移動制御プログラムを作成することも可能となります. 将来的な応用例として，図４の左のようにレーザセンサを搭載しそれを利用した人物追従などが挙げられ，セミナー当日に応用的なサンプルプログラム例として人物追従デモプログラムの配布も行い，レーザセンサを用いて実際に人物追従を試すことができるようにいたしました.

*1 広い出力のモータに対応した移動ロボットの制御を第一に考えて開発された筑波大学知能ロボット研究室の研究成果が用いられたモータドライバモジュールです. 実験では，出力約 2W のモータを使用しますが,1 チャネル最大 5A の出力が可能でより大きなモータも制御できます. つくばチャレンジなど，屋外環境を走行するロボットにもそのまま利用することができます.

*2 筑波大学知能ロボット研究室で開発したロボット走行制御ライブラリで現在オープンソースとして公開されています.

図１ ロボットの外観図

図２　拡大図（車輪・キャスタ・コントローラ）

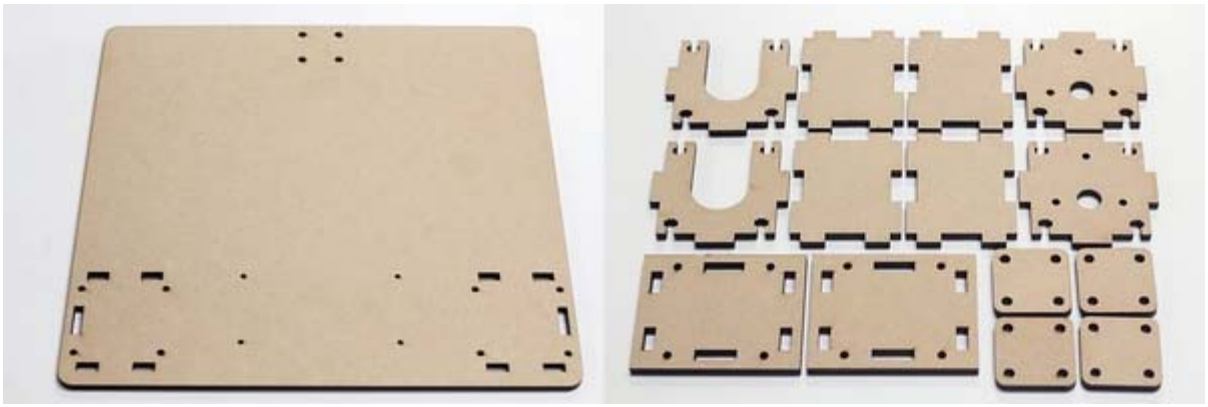

図３　ボディパーツ

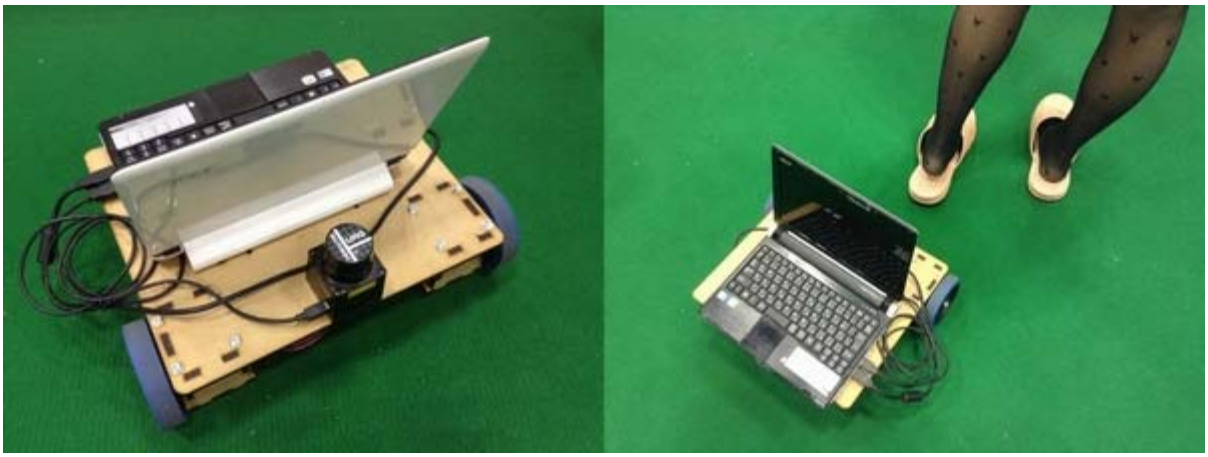

図４　応用例．左：レーザセンサ搭載移動ロボット，右：レーザセンサ利用による人物従例
（レーザセンサはキットには含まれていません）

セミナー前の概要

2013 年 6 月上旬に，ロボット工学セミナーの実施内容を大まかに決定しました．例年と比較して実習費が大きく跳ね上がることが想定されるなか，実施可能性を探るために前年度の「ロボットの作り方 2013」においてアンケート調査を実施し，概ね良好な結果も得られました．車体の構造部品やモータは，できるだけ安価（≒低スペック）な部品を使用し教材のコストはできるかぎり抑えるようにしました．加工の必要な車体の構造部品は，尾崎委員長のご好意により宇都宮大学ものづくり創成工学センターにて準備していただきました．

ロボットの作り方 2014 の宣伝用のチラシを作成し，2013 国際ロボット展，つくばチャレンジや SI2013 の会場等でチラシを配布し宣伝を行いました．2013 国際ロボット展では，日本ロボット学会のブースにてセミナーで製作する試作ロボットのデモ展示も行いました．事前インストール作業の情報を作成して Web で公開し，参加者には予め開発環境を当日使用する PC で構築してもらうようにいたしました．前日の 6 月 20 日（金）に冨沢先生やセミナーTA により開場の準備を行い（図５），参加 18 グループ分の教材を実習で使用する机に配置しました（図６）．

図５前日の会場全景

図６グループ毎の教材

図７　道案内の看板

図８　受付

セミナー1 日目[6 月 21 日（土）]の概要

9 時半に会場し受付を開始しました（図７，図８）．今回ロボットの組立作業等に使用する工具は，持参できる参加者は持参していただき，幾つか必要となる工具は主催者側で用意し，当日貸し出して使用していただくこととしました（図９）．予定通り 10 時からセミナーを開始しました．最初の 10 分程度でオーガナイザ（図 10）と講師の紹介とセミナーの概要説明，そして，特別に参加してくださった油田先生の紹介を行いました．その後，ロボットの組み立て方の概要説明を行い（図 11），午前中いっぱいはロボットの組み立て作業の時間としました（図 12，図 13）．組み立て作業の中のはんだ付け作業は，グループごとの机以外に共用のはんだ付け作業場を用意して行いました（図 14）． 12 時から 13 時はお昼休憩としました．

図９　工具貸出・デモ機展示コーナー

図 10　打ち合わせするオーガナイザ

図 11　説明を聞く受講者

図 12　ロボット組み立て作業 1

図 13　ロボット組み立て作業 2

図 14　はんだ付け作業

午後は 13 時からの開始とし，13 時からは Ubuntu と Windows 両方の OS のロボットの動作確認の方法について説明を行い，16 時 20 分までをロボットの動作確認を行うまでの作業時間としました．基本的な動作を行うサンプルプログラムや資料などは TA を通して午後から配布しました．ロボットの動作確認後，時間がある場合はサンプルプログラムを動かしてもらうこととしました．また，応用的なサンプルプログラム例として，ジョイスティックを用いてロボットを操作するデモプログラムと北陽電機のレーザ測域センサ Simple-URG を使用した人物追従デモプログラムも配布し，それらのハードを持参した参加者には試してもらえるようにしました．貸し出し用 Simple-URG も用意して試していただけるようにしました．

午後のロボットの動作確認作業時にセミナー用に用意した Ubuntu と Windows が使用している YP-Spur が最新版でないため，今後のソフトウェアの更新への対応を考慮して最新版の YP-Spur を使用するように更新することとしました．使用している T-frog のモータドライバの開発者である講師の渡辺氏の協力のもと，Ubuntu と Windows の YP-Spur の更新とそれに伴うハードウェアの配線とソフトウェアの変更の方法を新たに参加者に示して YP-Spur の更新を行ってもらいました．

セミナー2 日目[6 月 22 日（日）]の概要

セミナー2 日目も 9 時半に会場し，10 時からセミナーを開始しました．最初に，YP-Spur を使用したロボットのプログラミングと取り組んでいただく課題の説明を行い，午前中はロボットのプログラミングと課題への取り組み作業の時間としました（図 15）．Windows を OS として使用している参加者に対し，Windows 用のサンプルプログラムを全て YP-Spur の最新版に合わせて設定を更新したもの配布しました．12 時過ぎから 13 時頃までをお昼休憩としました．

図 15　ロボット走行制御のプログラミング風景

午後は 13 時頃から開始とし，午後の最初には本セミナーで使用する走行制御ライブラリやモータドライバの研究開発に携わってこられた芝浦工業大学特任教授油田信一先生より「SPUR – 移動ロボット走行制御サブシステム」と題して特別にご講演をいただきました（図 16）．その後，ATR 専任研究員の渡辺敦志氏に「ロボットのモータ制御と走行軌跡制御」と題してご講演をいただきました（図 17）．講演後から 16 時 15 分頃までを課題の取り組みなどの残っている作業を行うようにしました．TA には，2 日間を通して適宜受講者からの質問への受け答えをしていただきました．受講者の技術的バックグラウンドにばらつきがある中 TA には個別に受講者に付いて対応していただくなどもしてもらいました（図 18）．セミナー受講者は配布されたサンプルプログラムを実行したり，課題のプログラムを作成したりして，ロボットの走行テストを繰り返す等セミナー終了時刻まで，精力的にロボットの走行制御作業に取り組んでいました（図 19－図 21）．最後に今回製作したロボットとともに参加者全員で集合写真を撮り（図 22），本セミナーを終了いたしました．

図 16　油田先生のご講演

図 17　渡辺氏のご講演

図 18　TA によるアドバイス

図 19　ロボットの走行制御作業の様子 1

図 20　ロボットの走行制御作業の様子 2

図 21　ロボットの走行制御作業の様子 3

図 22　ロボットとともに参加者全員による集合写真

まとめ

本年度のセミナーは，例年よりも高額な実習費であること，そして，そのために最大 3 名のグループ参加を可能にするなど，例年とは違ったロボットの作り方でありました．このような高額な実習費でも参加者が集まるのかという危惧がありましたが，早々と参加者が定員を満たし，キャンセル待ちがでるほどでありました．実際のセミナーにおいても，各参加者が積極的に熱意をもって作業に取り組んでいるのが見てわかりました．おそらく全員の参加者がロボット製作を完了し動作させることができていたと思います．本セミナーに対するアンケート結果を見ても参加者は本セミナーに概ね満足いただけたようでした．

本セミナーの反省点のひとつとして，使用走行制御ライブラリを当日最新版に変更とするという予定外のことが発生したことが挙げられますが，講師の渡辺氏の協力のもとセミナー期間中に対処することができました．また，今回は PC の OS として Ubuntu と Windows の両方を対象としましたが，Windows を希望する参加グループがほとんどでした．Windows の利用者が多いことのみがその理由ではなく，Web 上での告知の文章上の表現で，Ubuntu より Windows を推奨と誤解を招いていたのも一因のようで反省点のひとつであります．Ubuntu と Windows の両方の OS をグループ内で別々に動かしている参加グループも中には存在し，グループ参加のひとつの利点ではないかと思いました．

油田先生には，セミナー2 日間とも参加いただき，2 日目には特別に講演までしていただきました．講師の渡辺氏には，セミナー2 日間とも参加していただき，2 日目の講演のみな

らず，YP-Spur の更新作業やいろいろな質問に当日対処いただきました．今回は事前準備と当日の TA を電気通信大学の学生を中心にお手伝いいただきました．当日の TA には，参加者からの質問に親切・丁寧に対応しただき，大変助かりました．参加者の技術的なバックグラウンドにばらつきがある中，全ての参加者（おそらく）がロボットを動かせるようになったのは，TA による個別の対応は大きかったです．茨城大学の学生にも Windows のインストール作業の事前確認等を行っていただきました．次回のロボットの作り方担当の大原委員には，2 日間とも参加いただき，工具の貸し出しなどの当日の作業をお手伝いいただきました．本年度のロボットの作り方は，例年とは違ったものでリスクがあったにもかかわらず，尾崎委員長が実施を後押ししていただいたおかげで本セミナーを実現することができました．事務局の水谷さんには短期間のお願いであっても迅速にいろいろと対応していただきました．

最後になりましたが，遠くは沖縄と遠方からも参加していただいた受講者のみなさま，講師をしていただいた油田先生，渡辺氏，事前準備や当時の TA に活躍いただいた学生アルバイトのみなさま，会場を提供していただいた電気通信大学，車体の加工を行っていただいた宇都宮大学ものづくり創成工学センター，日本ロボット学会事業計画委員および事務局のみなさまに心より感謝申し上げます．

2014 年 7 月 7 日

オーガナイザ　城間直司（茨城大学），冨沢哲雄（電気通信大学）