

氏 名： 根 和幸

専攻・学年： 機械理工学専攻・日本学術振興会 特別研究員

派遣国：ドイツ

派遣先(研究機関名)： Jacobs University

受入研究者(職・氏名)： Prof. Andreas Birk

派遣期間： 2010 年 10 月 6 日 ～ 2010 年 12 月 22 日 (78 日間)

派遣先での研究テーマ： モデル予測制御に基づく複数移動体の編隊制御

(Model predictive based multi-vehicle formation control)

【研究実施概要】

複数台の移動ロボットが同じ環境中で協調して作業を行う場合，“集団での移動”は必要な機能の1つである。編隊制御は、複数の移動体が一定の幾何学的形状を維持するように制御することで、集団での移動を実現するものである。編隊制御を用いることで、移動体群全体を安全かつ効率的に移動させることが期待できる。このような特定の編隊形状を形成し集団での移動を実現する上で、移動体同士の衝突回避は陽に考慮しなければならない課題である。これまで、複数移動体の編隊制御において、移動体同士の衝突回避や既知の障害物回避を考慮したモデル予測制御に基づく制御系設計を行ってきた。これらは既知の環境を対象に行ったものであり、より一般的な未知環境では適用することができない。未知環境での複数移動体の集団移動を実現するためには、移動体の自己位置推定や環境地図の構築など克服すべき課題が多く存在する。

本研究は、未知環境での複数移動体の編隊移動を実現するため、問題となる以下の 2 つの項目に着目研究を行うものである。本派遣期間中では本研究で設けた以下の 2 つの項目のうち主に項目 1 の環境情報の構築について研究を行った。

〔1.環境情報の構築〕

まず、必要な環境情報を搭載したセンサデータにより構築する。これは自己位置推定と環境地図を同時に行う SLAM(Simultaneous Localization And Mapping)技術に基づき行う。一般的に、SLAM を用いて構築された地図は環境をグリッド化した“グリッドマップ”として表現される。モデル予測制御に基づく制御系では、そのようなグリッドマップを取り扱うことが困難であるので、必要な情報のみ抽出し、環境を不等式制約として記述する。その際、モデル予測制御に基づく制御系や編隊走行に適した環境情報の形式がどのようなものかについても考察する。

〔2.不確かさを考慮した制御系設計〕

項目 1 で構築した環境情報や自己位置情報は移動体に搭載したセンサ情報から構築したものであり、不確かさが含まれている。本質的に安全な衝突回避・障害物回避を実現するにはその不確かさも考慮した制御系とする必要がある。そこで不確かさを衝突回避・障害物回避において考慮した制御系を設計し、より安全性の高いロバストな編隊制御を実現する。これら手順により未知環境においても安全に集団での走行可能なシステムの構築を目指す。また、その応用についても、模索する。

【研究成果概要】

本派遣においては、研究実施概要にあるように概要の項目 1 について主に研究を行った。当初の予定では、複数台の移動体を取り扱う予定であったが、複数台の移動体の場合、移動体間の通信や移動体同士の認識方法など考慮すべき問題点が多数存在したため、まず1台の移動体の場合について考えることとした。1 台の移動体について、未知の環境でセンサデータに基づき環境のモデリングを行い、モデル予測制御系に適用することとした。その検証には派遣先で開発している移動体用のシミュレータを用いて検証を行った。その過程で、項目 1 の環境情報の表現の決定においても、項目 2 の不確かさを考慮することが重要であることが判明した。そのため、項目 2

の不確かさを考慮する制御系設計についても、文献調査を行うとともに、滞在先の研究員等と意見交換を行った。それにより項目 1 の環境表現だけでなく項目 2 の不確かさを考慮した制御系設計の方針についても決めることができたが、本派遣期間中では制御系実装までは行うことができなかった。今後も引き続き研究を進め、研究が区切り次第、成果を公表する予定である。

本派遣においては、自身の専門外の分野の研究を行っている研究室に滞在した。そのため、派遣先の研究員や学生等との意見交換などを通じて自身の専門分野とは異なる分野についても学ぶことができた。特に研究内容の項目 2 については派遣先の研究員等との意見交換を行ったおかげで、これまでとは違った観点から問題を捉えることができたと考えている。

【外国語のスキルアップ・コミュニケーション能力の向上、海外におけるネットワークづくり】

まず、英語のスキルアップについてであるが、日常的に英語を使用せざるを得ない環境に身をおいていたので、英語のスキル自体は向上したと思っている。特に、日常的な会話を通じて Native の人の英語表現を学ぶことができたので、表現能力も以前と比べついたのではないかとと思っている。また、英語自体のスキルアップもそうであるが本派遣を通じて、“度胸”がついたのではと感じている。以前は、外国人と英語で会話する際には腰が引けていたところもあったので、この点は今後にとって大きな収穫であると考えている。

また、研究活動においても共同研究者との議論も英語で行う必要であり、自ら積極的に意見を言わないといけない環境であったので、実際の体験を通じて英語での議論の仕方についても学ぶことができた。以前は英語で議論する機会自体が少なかったので、本派遣を通じて英語での議論に関する能力も向上したと考えている。ただ、今回は滞在期間が 2 か月半と比較的短かったので、今後も継続して英語のスキルアップに努めていかなければならないと考えている。

海外におけるネットワーク作りに関してあるが、派遣先の研究者・学生と一緒に研究活動をするなど交流を持つことができ、ネットワークを作ることができたと考えている。特に、今回の派遣先は、自身の専門とは異なる分野の研究を主に行っている研究室であったので、専門の異なる研究員・学生などと交流を持つことは非常に良い経験であった。このように、他分野の研究者とのつながりを持てたことは今後の研究活動において大きな財産になると思っている。

【派遣の感想】

まず、本派遣プログラムを通じ、海外へ滞在する機会を得られたことは非常に有意義であったと思っている。海外で実際に生活し研究活動することは、国際会議等に参加しているだけでは体験することができないことであるので、本派遣プログラムに参加し、海外に滞在できたこと非常に意味のあるものであったと思っている。特に、海外の研究者・学生と交流が持てたこと、海外の研究者の研究の進め方を学ぶことができたことは今後の自身の研究活動にとって大きな財産になると期待している。

ただ、後悔している点としては、滞在する期間を短めに設定していたことでことである。計画時においては、日本帰国後の残り期間や初めての(長期)海外滞在であるということなどを考慮して 2 か月半という滞在期間を設定していた。しかし実際に、海外に行き 2 か月半滞在してみると、滞在先の生活環境や研究環境になれるのにそれなりに時間がかかってしまい、研究がなかなか思うようにはかどらないことがあった。そのため、ようやく研究が軌道に乗り始めたころにはもう期限が迫っているといった感じになってしまった。2 か月半という期間はある程度、海外での生活や研究活動に慣れるのには適度な期間ではあったが、落ち着いて研究するには短いと感じた。もし次に、海外に滞在し研究する機会があれば、半年・1 年の単位で滞在しじっくり研究を行えれば、と思っている。そのような意味で、今後派遣される方には、(せっかくの機会であるので)、ぜひより長期間滞在してもらいたいと思っている。