

移動体・インタフェースの知的統合化研究所

研究代表者 宮下 朋之
(創造理工学部 総合機械工学科 教授)

1. 研究課題

インフラ維持管理において、遠隔操作ロボットの需要が高まっている。阪神淡路大震災からの復旧を契機に、配管等を開けずに作業することが必須となった。このためにはロボットとオペレーターを一つのシステムとした見た際の状況認識、知能化、自動化の研究開発が求められることとなった。似たような事例としては、廃炉の点検などにおいても管内を走破し変形するロボットなどが IRID によって開発されており、プレイステーションコントローラなどによって動かされており、直感的に操作可能なインタフェースが求められている。

さらに、ドローンを用いた橋梁の点検なども重視されることとなった。現在は橋梁まで作業員が登るか吊るされて点検しているが、作業点検時の長時間の交通停止など非効率な点検を実施している。ドローン操作によって近接目視、打音検査を用いて橋梁を検査する手法が求められている。一方で、ドローンは政府機関や秘密機関への墜落、事故などによりドローン操作による規定が 2015 年より厳密化された。オペレーターは相応の訓練を必要と求められたが、現代のドローンニーズに反するものであり、より短期間での熟練が求められている。

これらの問題はいずれも、操作者の熟練度、能力に依存してしまうという共通課題がある。この課題は身体とかけ離れた構造をロボットはしており、直感的な操作が困難であるためである。従って、エンジニアはトライ・アンド・エラーによる非効率な開発をしている。

上記の課題から、「状況認識・知能化・自動化等の要素技術」を利用するための直感的に操作可能なマンマシンインタフェースのコア技術とそれらを設計開発する手法の構築が必須である。この手法を構築するために、操作者の人体特性に合わせた構造や制御設計をする。熟練者の標準的・共通的な人体特性モデルを抽出し、状況認知、操作の直感性が高いインタフェースを開発する。

2. 主な研究成果

本年度は、ロボットの遠隔操縦において課題とされる、操作性の低下について、上肢の身体性を取り入れた反力提示操縦インタフェースの開発検討を進めた。すなわち、操作性の低下が生じる原因として、①入力の実感が低いこと、②意図した入力がされないことが挙げられ、これらを解消するための技術開発を実施した。上肢の身体性を取り入れるため、腕部、肩部を動かすことにより、ロボットアームへ動作指示を可能とする機構を設計開発し、そこにおいて、人体が知覚する傾向より反力モデルを構築し、操作時に反力を操作者に反力を感じさせることを可能としたものである。上肢の身体性に知覚特性を考慮した反力を考慮することにより操作性の向上および操縦時間の短縮が可能であることが操作実験により統計的な検定の結果、有意であることがわかった。

3. 共同研究者

菅野 重樹 (創造理工学部・総合機械工学科・教授)

上杉 繁（創造理工学部・総合機械工学科・教授）

三浦 智（東京工業大学 講師）

石田 健蔵（客員上級研究員）

4. 研究業績

4.1 学術論文

- (1) Satoshi Miura, Masaki Seki, Yuta Koreeda, Yang Cao, Kazuya Kawamura, Yo Kobayashi, Masakatsu G. Fujie, Tomoyuki Miyashita. Virtual Shadow Drawing System Using Augmented Reality for Laparoscopic Surgery, Advanced Biomedical Engineering, Vol. 11, pp. 87-97, Apr. 2022.
- (2) Parque, V., Miyashita, T., Exploring Resource Distribution Networks in Virtual Environments, Proceedings - 2022 IEEE International Conference on Artificial Intelligence and Virtual Reality, AIVR 2022, 2022, pp. 203-206
- (3) Parque, V., Miyashita, T., On Path Regression with Extreme Learning and the Linear Configuration Space, Proceedings - 2022 6th IEEE International Conference on Robotic Computing, IRC 2022, 2022, pp. 383-390
- (4) Yamazaki, T., Shimizu, S., Mazaki, R., Hasebe, N., Miyashita, T., 2-DOF Haptic Feedback Control Stick for Remote Rover Navigation, IECON Proceedings (Industrial Electronics Conference), 2022, 2022-October
- (5) Mohamed Abdo, M.M., Fanni, M., Miyashita, T., Ahmed, S.M., The Effect of Coil Geometry and Winding Method on the Electromagnetic Launcher Performance, IECON Proceedings (Industrial Electronics Conference), 2022, 2022-October
- (6) Parque, V., Miyashita, T., ON SPIRAL FOLDING OF PLANAR MEMBRANES WITH FINITE THICKNESS AND CURVED CREASES, Proceedings of the ASME Design Engineering Technical Conference, 2022, 3-B, V03BT03A016
- (7) Satou, Y., Furuya, H., Kaida, S., Miyashita, T., Visco-Elasto-Plastic Behavior of Creased Space Membrane, AIAA Journal, 2022, 60(8), pp. 4934-4942
- (8) Akimoto, M., Yoshida, M., Miyashita, T., Design Optimization of power module structure for inductance reduction, 2022 International Conference on Electronics Packaging, ICEP 2022, 2022, pp. 153-154
- (9) Igarashi, H., Hirota, M., Yoshida, M., Miyashita, T., Design Optimization of Fin Shape of Heat Sinks for Enhanced Cooling Performance, 2022 International Conference on Electronics Packaging, ICEP 2022, 2022, pp. 105-106
- (10) Nakamura, A., Yoshida, M., Miyashita, T., Multi-Objective Design Optimization of Power Module Performances, 2022 International Conference on Electronics Packaging, ICEP 2022, 2022, pp. 157-158

5. 研究活動の課題と展望

開発したインタフェースは 6 自由度である。反力を適切に取り扱い、双腕作業への適用も可能である。本研究の知見を活かし、機械学習等を用い操作性能を向上し操作者の負担を軽減した操作インタフェースを開発していく。