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検討を進めた。すなわち、インタフェースについて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。すなわち、操縦者の意図を識別する手法として、ニューラルネットワークを採用し、(1) NN を用いた入力識別の構築、(2) 身体性を取り込んだインタフェースに対し、構築した NN による最適化を適用させたことによる遠隔操作の影響調査を実施した。

実験結果より、ニューラルネットワークモデルを用いた入力識別と閾値による入力識別では、通過位置成績では差異は見られなかったが、作業時間で差異がみられた。また、入力傾向についてニューラルネットワークモデルを用いることで、誤入力の発生が抑えられることが確認された。

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) Virtual Shadow Drawing System Using Augmented Reality for Laparoscopic Surgery, Miura, S., Seki, M., Koreeda, Y., ...Fujie, M.G., Miyashita, T., Advanced Biomedical Engineering, 2022, 11, 87-97
- (2) Small-Scale Human Impact Anthropomorphic Test Device Using the Similarity Rule, Miura, S., Takahashi, S., Parque, V., Miyashita, T., IEEE Transactions on Industrial Electronics, 2021, 68(8), 7188-7198, 9126238

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。