

東京2020パラリンピック競技大会における 遠隔操縦ロボットサービス

岩永優香*

*トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市西広瀬町桐ヶ洞 543 番地
*Toyota Motor Corporation, 543 Kirigahora, Nishihirose-cho, Toyota, Aichi, Japan
*E-mail: yuka_hashiguchi@mail.toyota.co.jp

キーワード：サービスロボット (Service Robotics), 遠隔操作 (Telerobotics and Teleoperation), ユーザインタフェース (User Interface), 人ロボット協調 (Human-Robot Collaboration), 人間中心型ロボティクス (Human-Centered Robotics).
JL 0008/23/6208-0501 ©2023 SICE

1. 研究略歴

トヨタ自動車では、2016 年ごろから東京 2020 オリンピック・パラリンピック競技大会におけるロボットサービスの企画検討を始めた。将来、ロボットがさまざまな場面で人々に寄り添い役に立つ姿を社会に発信すべく、生活支援ロボットの研究プラットフォーム HSR (Human Support Robot)¹⁾ を活用した車いす観戦サポートの実現を目指した。これは、オペレータが遠隔地からオリンピックスタジアムの HSR を操縦してロボットサービスの提供を行うシステムであった。筆者は、インタフェースの開発者としてオペレータへの継続的なインタビューやユーザビリティテストを行い、オペレータの潜在的な要求に「自身が裁量権をもつこと」があるのではないかと考えた。これは、サービス対象者や状況に応じたサービスの提供を可能にし、人が介在するロボットシステムの利点を活かすことにもなる。このような考えで、人とロボットが協調してロボットサービスを遂行できるシステムやインタフェースの検討を行った。

2. 受賞論文の紹介

本論文では、ロボットの自律動作とオペレータによる操縦を組み合わせる shared control^{2), 3)} の考え方に基づいた遠隔操縦インタフェースを開発した。オペレータの意図を遠隔地のお客様へのサービスに反映させることとオペレータの負担低減の両立を目指しつつ、長期間の運用を可能とする遠隔操縦システムを提案、実証した。具体的には、オペレータは遠隔地のお客様と音声・映像によるコミュニケーションを図りながら、PC モニタに表示された 3D ビューワで遠隔地の状況を把握し、マウスまたはゲームコントローラを使ってロボットを操縦した。限られた通信帯域の中で必要な情報を低遅延で授受するために、情報の取捨選択やデータ削減、周期制御をすることは重要であった。運用後には、オペレータ 31 名へのアンケートおよびインタビューで実証評価を実施し、開発した各機能に対する効果・効率・満足度の観点でのフィードバックを得た。システムの課題としては、遠隔地の状況をより正確に理解するためのリッチで有用な情報提示

や、オペレータの入力に対するフィードバックが不足している点が挙げられた。

3. 今後の展望

東京 2020 パラリンピックにおいて 10 日間、最大 23 台の HSR を運用⁴⁾ した。ロボットの遠隔操縦は人の認知判断能力を使って完全でないロボットの自律動作を補い、システムのロバスト性を高める効果があると同時に、オペレータ自身の自己実現や能力拡張の観点でも価値ある技術であることがわかった。一方で、実証評価の結果から、それを実現するためのインタフェース技術はいまだ発展途上であることもわかった。高次元の情報を理解しやすい形で提示し、だれでも簡単かつ意図どおりにロボットとインタラクションすることを可能にする要素技術の研究が今後のさらなる課題である。(2023 年 6 月 5 日受付)

参考文献

- 1) T. Yamamoto, K. Terada, A. Ochiai, et al.: Development of Human Support Robot as the Research Platform of a Domestic Mobile Manipulator, *Robomech J*, **6**-4 (2019)
- 2) T. B. Sheridan: *Telerobotics, Automation, and Human Supervisory Control*, MIT Press, 393 (1992)
- 3) 松丸, 萩原, 伊藤: 移動ロボットの遠隔操作における手動操作と自律動作の融合制御手法のシミュレーションによる検討, 計測自動制御学会論文集, **41**-2, 157/166 (2005)
- 4) 森, ほか: 東京 2020 パラリンピック競技大会における遠隔操縦ロボットサービス第 1 報, 第 22 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会予稿集, 2995/2999, 3E4-14 (2021)

受賞種別 [技術奨励賞]

論文タイトル [東京 2020 パラリンピック競技大会における遠隔操縦ロボットサービス 第 3 報]

発表講演会名 [第 22 回システムインテグレーション部門講演会]

[著者紹介]

岩永優香君 (正会員)



2015 年九州大学大学院システム情報科学府情報知能工学専攻修士課程修了。同年、トヨタ自動車株式会社入社。HSR のソフトウェア開発、2019 年より東京 2020 オリンピック・パラリンピック競技大会に向けた HSR の遠隔操縦インタフェース開発を経て、現在は人とロボットのインタラクションに関する研究に従事。日本ロボット学会会員。