

飛行カメラによる3人称視点のテレプレゼンスロボット操作

樋田基紘[†] 尾形正泰[‡] 今井倫太[†]慶應義塾大学理工学部[†] 慶應義塾大学大学院理工学研究科[‡]

1. はじめに

テレプレゼンスロボットによって、身体を使って遠隔にいる人とのコミュニケーションが可能になった。テレプレゼンスロボットはモーター制御によって位置の移動が可能であるが、ヒトのように視点の自由度が高くなく、視界も広くないため周囲状況の理解が乏しくなる。視野に関する問題を解決するためにロボットのカメラの解像度を向上させたり、操作者に広いディスプレイを提供する方法が提案されている[1]。

本稿では、カメラを内蔵した小型の飛行型ロボットをテレプレゼンスロボットに別途追加することで、自由度が高く、ロボット本体も見渡せる第三者視点をロボット操作者に提供する。飛行ロボットはテレプレゼンスロボットを自動追尾し、ユーザの操作によって細かい位置や角度が調整される。ロボットの操作者はテレプレゼンスロボットを俯瞰・鳥瞰する視点を得られるため、テレプレゼンスロボットの操作性が向上する(図1)。

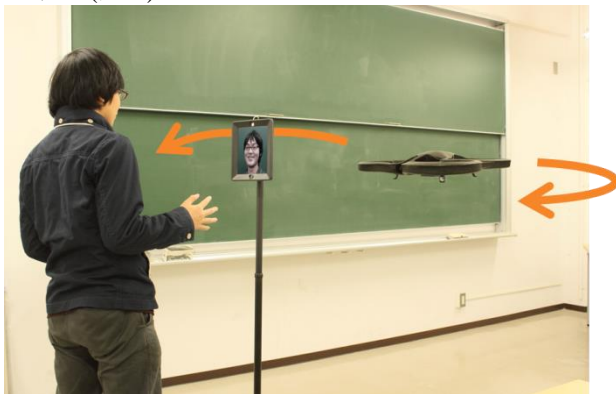


図1. 3人称視点を提供する飛行型ロボット

2. テレプレゼンスロボットにおける課題

テレプレゼンスロボットを用いた遠隔コミュニケーションにおいて、カメラの視界が狭いことは大きな課題となっている。視界が狭いためロボット操作者がローカルの状況を正確に把握

することができない。また、同様の問題によりロボットが衝突や転倒などの危険に晒されるといった課題もある。ロボットからの視界の狭さを解決するためにテレプレゼンスロボット本体に複数のカメラを設置することで視界を広げる研究がなされている[2]。しかし、この方法ではロボットの全身と周囲を一度に見渡すことができないため、ローカルにいる会話が指示した対象物を操作者が気づきづらい。また、ロボットから伸ばした棒の先端にカメラを設置することで3人称視点からのロボット操作を行う研究[3]がなされている。しかし、この手法ではカメラの距離に限界があるほか、視点が固定される課題が残された。以上の課題を解決するため、本稿ではテレプレゼンスロボットを俯瞰する視点を操作者に与えるシステムを製作した。他にAR.Droneを用いた関連研究としては、スポーツ中の人をAR.Droneが自動で追尾・撮影する研究[4]がなされている。

3. 3人称視点によるロボット操作

本稿では、飛行ロボットを用いた3人称視点からのテレプレゼンスロボット操作システムを提案する。テレプレゼンスロボット(Double)を操作するユーザのために、飛行型ロボット(AR.Drone, 図2)を用いた。



図2. 飛行ロボットとして使用したAR.Drone2.0

AR.DroneはPCから制御可能な安価なクアッドコプタとして知られており、内蔵カメラから映像を取得して、リモートにいるテレプレゼンス

Third person view for telepresence system

†Motohiro TOYODA, Michita IMAI

Faculty of Science and Technology, Keio University

‡Masa OGATA

Graduate School of Science and Technology, Keio

ロボット操作者にネットワークを介して送信する。3人称視点を得た操作者は、ロボット及びその周囲を俯瞰することが可能となり、ロボットの操作性が向上する。

3.1. AR.Drone による自動追従

AR.Drone は搭載カメラによってテレプレゼンスロボットのマーカー(後述)を検出し、それを自動で追尾する。このとき、テレプレゼンスロボットに対する相対角度と距離を一定に保つようリモートの PC から自動制御する。また、AR.Drone は相対角度とユーザの指定した角度の差を計算し、適宜旋回(図 3)することで相対角度を維持することができる。

3.2. 手動操作による視点変更

ユーザは GUI(図 4)からキー入力を行うことで AR.Drone の滞空位置を指定することが可能である。滞空位置は、テレプレゼンスロボットに対する相対的な角度であり、90 度ごとに 4 箇所を設定した。ユーザは GUI に表示されている数字キーを押下することでその場所に AR.Drone を自動で移動させることが可能である。また、テレプレゼンスロボットまでの距離を変更することも可能であり、自由に視点の位置を変更することができるようになってきている。

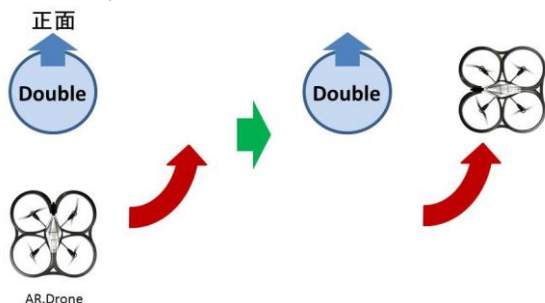


図 3. AR.Drone が旋回する様子

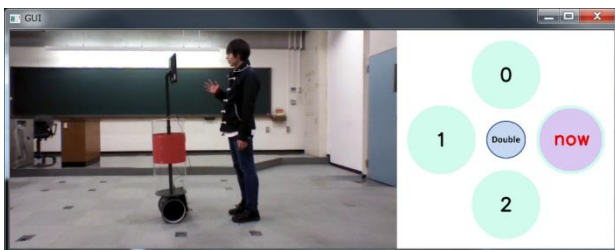


図 4. ロボット操作側の GUI

3.3. 距離推定と角度計算

アクリル製の円筒形ボディに赤色画用紙を巻き付けたものをマーカーとして Double に設置した。AR.Drone はマーカーの幅から推定した距離を保持することで追尾機能を実現した。また、

電子コンパス(HMC5883L, Honeywell 社)をテレプレゼンスロボットに設置することで、ロボットの絶対角度を取得する。そして AR.Drone 内臓のジャイロセンサから取得した AR.Drone の絶対角度とロボットの絶対角度から AR.Drone の相対角度を算出する。

4. テレプレゼンスコミュニケーション

テレプレゼンスロボットを用いた遠隔コミュニケーションの最中に、例えばローカルにいる会話相手がロボットの足元の物体を指示した場面を想定する。リモートにいるロボット操作者は AR.Drone 搭載のカメラからその指示の様子及び対象物を一度に視界に収めることが可能であり、会話相手との認識の共有がスムーズになるため会話の進行が滞ることはない。

また、テレプレゼンスロボットを移動させる場合、AR.Drone 搭載のカメラから後ろの障害物を視認することができるため、ロボットが衝突もしくは転倒することを未然に防ぐことが可能である。

5. まとめ

本稿では、カメラを内蔵した小型の飛行型ロボットを用いた 3 人称視点からのロボット操作システムを提示した。これにより、操作者はテレプレゼンスロボットを含めた周囲の様子を俯瞰・鳥瞰する視界を得ることが可能となり、ロボットの操作性が向上した。今後、飛行ロボットの小型化により騒音やサイズの問題が解決されると考えられる。

参考文献

- [1] M.Imai, H.Ishiguro, T.Kanda, T.Maeda, T.Ono: Robovie: an Interactive Humanoid Robot. In Proc of Industrial Robot: An International Journal, Vol. 28 Iss: 6, pp.498 - 504 (2001)
- [2] V.Callaghan, H.Hagrans, A.Torrejón. Selectable Directional Audio for Multiple Telepresence in Immersive Intelligent Environments. In Proc of Intelligent Environments pp.181-187 (2013)
- [3] Y.CHIU, F.Matsuno, N.Sato, N.Shiroma. Study on Effective Camera Images for Mobile Robot Teleoperation. In Proc of ROMAN 2004. pp.107-112 (2004)
- [4] K.Higuchi, J.Rekimoto, T.Shimada. Flying Sports Assistant: External Visual Imagery Representation for Sports Training. In Proc of AH'11, Article No. 7 (2011)