

マルチコプターの IP 遠隔制御技術の開発

1. 目的

(株)松浦機械製作所では、映像伝送に要求される大容量データ転送と、産業機器等の制御に要求される安定した高速通信が可能な「無線 LAN 移動中継システム」を提供している。そのシステムの新たな運用形態として、マルチコプターの遠隔制御と映像監視を可能とするインターネット経由のマルチコプター遠隔制御技術の開発を目的とした。

2. 内容

2-1. IP 遠隔制御操作デモンストレーション

工業技術センターと2km離れた場所にあるアスティとくしまの「ビジネスチャレンジメッセ 2015」会場との間で仮想プライベートネットワーク (VPN) を構築し、マルチコプターの IP 遠隔制御操作・飛行デモンストレーションを実施した。

工業技術センターに設置された、遠隔制御用マルチコプター (徳島大学製作) を、アスティ会場からネットカメラで飛行の状態を確認しながら操作を行った。アスティ会場での大型テレビを使った飛行デモンストレーションの中継映像配信と遠隔制御用マルチコプターについて、図2に示す。デモンストレーションは3回行ったが、全て問題なく制御できた。

2-2. ローカル・VPN 環境での回線負荷試験

インターネットでの遠隔操作の問題点となる回線の「遅延」「パケットロス」「帯域」の三つの負荷について、擬似的に構築したインターネット環境で試験を行い、どの程度の負荷までマルチコプターの遠隔操作制御が可能か評価を行った。VPN 経由だとローカルよりパケット量が増えるためか、ローカル環境より帯域が多く必要となった。また、パケット入替えの負荷を与えるとソフトウェアの初期化の不具合、タイムアウトが理由と思われる操作コネクットの切断、操作ソフトウェアの強制終了、マルチコプター側に取り付けられたカメラの映像が映らないなど、不具合が生じた。

2-3. 無線とVPN 環境における回線負荷試験

松浦機械製作所(株)の無線中継システムを利用したマルチコプターの IP 遠隔制御が可能かどうか検証するため、無線と VPN 環境での回線負荷試験を行った。無線間 10km で想定される無線側の負荷では特に問題なかったが、VPN 側の回線に負荷を与えた時に制御やカメラに支障が出たため、制御問題は VPN 側の要因が大きい。マルチコプターに取り付けられたカメラ映像及びネットカメラの映像を低解像度化

することで、ネットカメラの映像を見ながらの操作は困難であったが、マルチコプターの直接目視であれば制御が可能となった。このことから、映像の帯域が大きいことが問題となっていることがわかった。

3. 結果

インターネット回線を利用した VPN 回線経由のマルチコプター遠距離操作に成功した。また、仮想的に構築したインターネットの VPN 回線および遠距離無線経由のマルチコプターの遠隔操作についても制御が可能であることを確認した。ただし、国内大手通信事業者 (NTT グローバル IP ネットワーク) のサービス品質保証制度 (SLA) で設けられている日本国内での最大回線負荷値である遅延 25ms、パケットロス 0.3%の負荷をかけた場合、映像や制御入力の遅延や損失によりネットカメラによる制御は困難であった。また、ネットカメラ映像の帯域が大きく回線を占めていること、TCP/IP 通信でのパケット入替えなどが制御ソフトウェアの初期起動に影響することなどが明らかとなった。

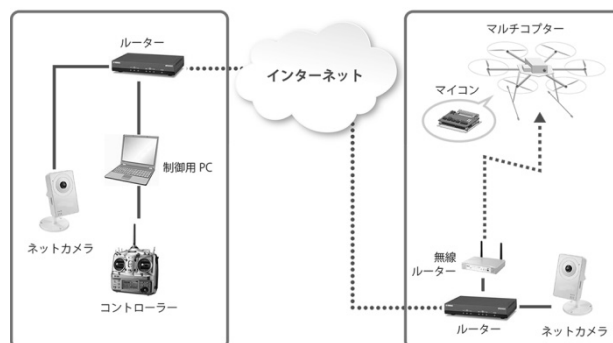


図1. マルチコプターの IP 遠隔制御のイメージ



図2. 左) 飛行デモンストレーションの中継映像配信、右) 遠隔制御用マルチコプター (徳島大学製作)