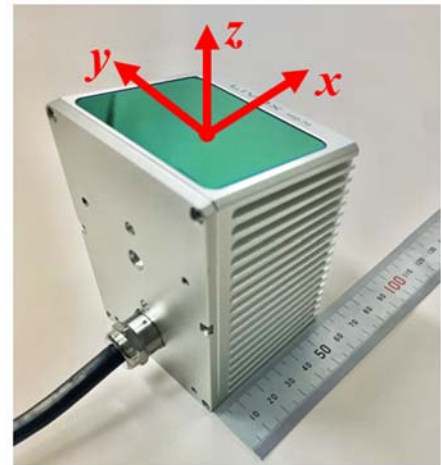


上空を飛行する小型ドローンの検出に関する研究

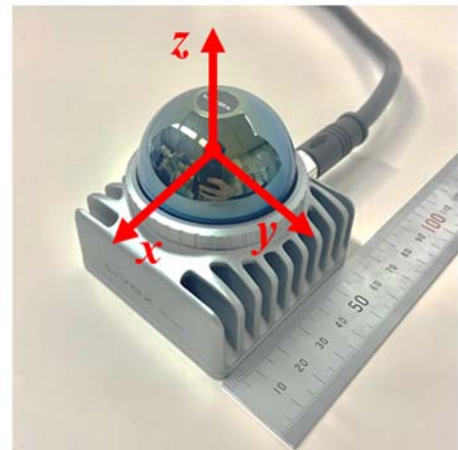
日大生産工(院) ○鈴木 佑梧 日大生産工 矢澤 翔大
日大生産工 内田 暁
日大生産工 黒岩 孝

1. はじめに

近年、ドローンと呼ばれる小型の民生用無人航空機が多数開発・販売されているが、市場への普及に伴い墜落事故も増加しており、航空法の改正を余儀なくされている⁽¹⁾。ドローンは有人航空機に比べると遥かに小さいため、視認は非常に困難であり、加えて殆どの機種がビデオカメラを搭載しているため、故意あるいは偶発的に撮影された映像が流出した場合、一般市民のプライバシーを侵害する恐れもある。そのため、居住地周辺を飛行するドローンを検出し、その飛行経路を推定する需要は今後増えていくと思われる。著者らは、対象物までの深度情報を取得できるLiDAR (Light Detection and Ranging)を使用し、その前方で小型のドローンが飛行する場合について、飛行軌跡を推定できるか検討した^{(2),(3)}が、一般にドローンによる撮影は対象物を見下ろす形で行われる。そこで本研究では、視野角の異なる2つのLiDARを組み合わせることで、LiDARの上空を低高度で移動するドローンを検出し、その飛行軌跡を測定できるか検討を行う。



(a) Livox Mid-70



(b) Livox Mid-360

Fig.1 LiDAR

2. 実験方法

ここでは、現行航空法の規制対象外である小型ドローン(Ryze Tech. 社 Tello EDU)の飛行軌跡を測定する。プロペラガード両端の長さは約 170×170 [mm]で、胴体部分の大きさは最大 $70 \times 35 \times 25$ [mm]程度であり、成人男性の手の平に乘る大きさである。Fig.1は、測定に用いる2種類の3次元LiDARを示す。同図(a)に示すLivox Mid-70は水平及び垂直方向に約 70 [deg]の視野角をもち、最大 260 [m]の距離まで深度情報を測定できる。一方同図(b)のLivox Mid-360は、水平方向に 360 [deg]・垂直方向に約 59 [deg]の視野角をもち、最大 100 [m]の距離まで深度情報を測定できる。Fig.2に、2つのLiDARの配置を示す。上空に向けたLivox Mid-70の下にLivox Mid-360を設置することで仮想的に視野角を拡げることができ、ほぼ 360 [deg]の視野角を得られると予想される。なお、ドローンが飛行していない状態での深度情報をあらかじめ測定しておき、ドローンの飛行

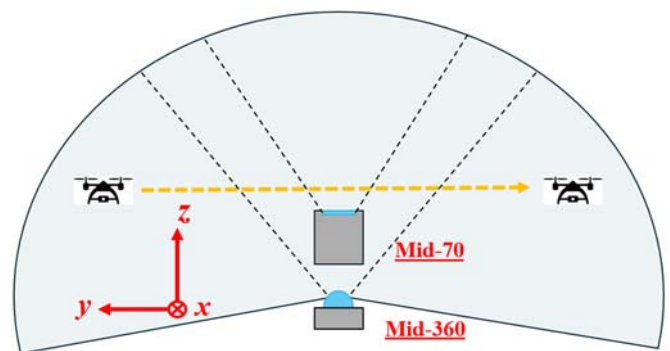


Fig.2 LiDAR の配置

Study on the Detection of Small Drone Flying the Sky above

Yugo Suzuki, Syota Yazawa, Akira Uchida, Takashi Kuroiwa

時に測定した深度情報から差し引くことで、ドローンのみの深度情報を求めている。

3. 実験結果

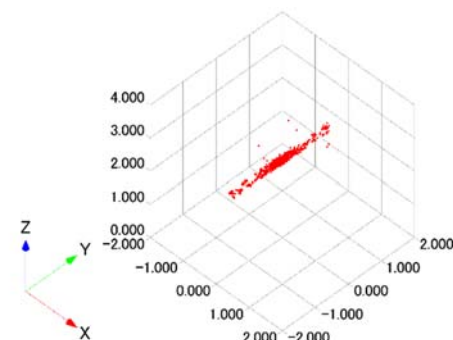
ここでは、ドローンの飛行場所を本学の体育館とし、ドローンをLiDARから10[m]離れた位置で床に置き、飛行プログラムを用いて高さ2[m]まで上昇させたのち、約0.7[m/s]の速度でLiDARの真上を通過する様、20[m]ほど直進飛行させて深度情報を測定した。Fig.3に、ドローンの深度情報から求めた飛行軌跡の測定結果を示す。同図(a)は Livox Mid-70による推定結果で、視野角の範囲内を3[m]ほど直線的に飛行していることがわかる。また同図(b)は Livox Mid-360による推定結果である。LiDARの真上は視野角の範囲から外れるため、飛行軌跡が途切れていることがわかる。いずれの場合も、屋内で飛行させたためかドローンが安定せず、飛行軌跡に若干の歪みが生じている。一方、同図(c)および(d)は、2つのLiDARの測定結果を重ね合わせた結果である。ここで同図(c)は斜め上方向から見た場合、同図(d)はx軸方向から見た場合の結果をそれぞれ示している。飛行軌跡は途切れることなく、ほぼ直線的に飛行している様子がわかる。これらのことから、本手法を用いることで、LiDARの上空を飛行するドローンの飛行軌跡を推定できる可能性のある事がわかる。

4. まとめ

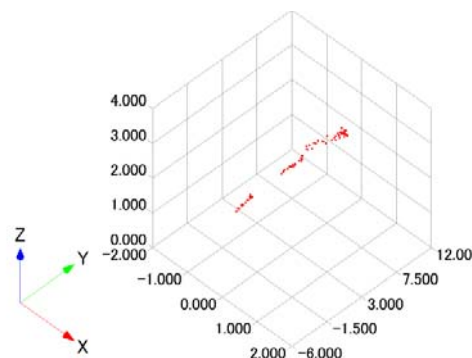
視野角の異なる2つのLiDARを組み合わせることで、LiDARの上空を低高度で移動するドローンを検出した結果、比較的良好に飛行経路を推定できる可能性のあることがわかった。

参考文献

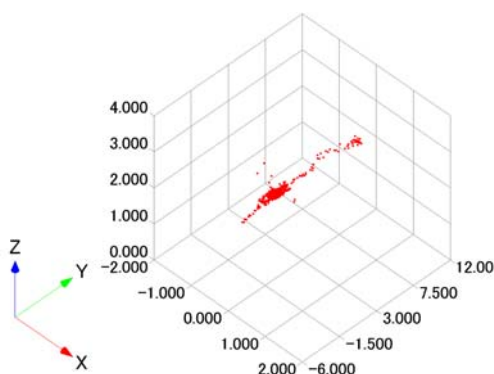
- 1) 国交省：小型無人機に関する関係府省庁連絡会議 11,(2021)
- 2) 今井他：令和 4 年電学全大 ,1-027 (2022)
- 3) 今井他：2022 年 A 部門大会 ,14-B-p1-9(2022)



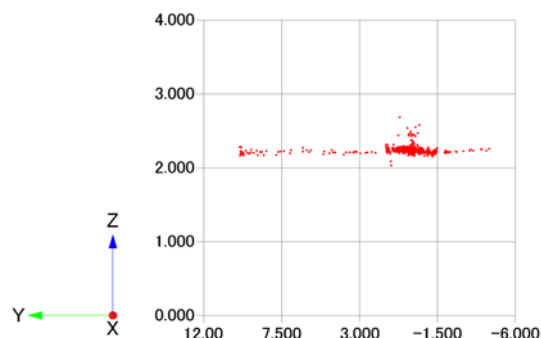
(a) Livox Mid-70 による飛行軌跡



(b) Livox Mid-360 による飛行軌跡



(c) 2つの LiDAR による飛行軌跡(斜め方向)



(d) 2つの LiDAR による飛行軌跡(水平方向)

Fig.3 飛行軌跡の推定結果