ライダーシステム用航空機監視システムの開発

Development of an Airplane Detection System for Safe Lidar Operation

青木 哲郎、水谷耕平、石井昌憲、篠野雅彦* T. Aoki, K. Mizutani, S. Ishii, and M. Sasano 情報通信研究機構、*海上技術安全研究所 NICT, *National Maritime Research Institute

Abstract

We have developed an airplane detection system for a safe lidar operation. It consists of a high sensitivity video camera, a video digitizer board, and a personal computer. It can detect an airplane, helicopter, etc., and stops laser emission. We briefly report the system design and its capability.

1. はじめに

ライダーや SLR(衛星測距) などによる観測を行う際には、アイセーフティな波長・エネルギー密度でない限り、レーザー光が航空機等に当たらないように気を配る必要がある。航空機等の検出に一般に用いられているレーダーの場合は設置にあたり無線局免許の取得が必要となる。ライダー観測の安全性確保のためだけであればレンジング機能は不要であり、小型で設置許可の必要のないパッシブセンサーの方が適している。

我々は CCD カメラと画像処理システムにより、高精度で航空機等を検出してレーザー光のするシステムを開発したので報告する。

2. 基本方針

当システムでは、昼夜晴天時に CCD カメラによって撮影された画像を元に、航空機等を検出する事を目標とする。

- 1.300m 程度の低高度を時速 250km で飛ぶヘリコプター (角速度 13度/秒、見かけの大きさ3度)
- 2. 12km 程度の高高度を時速 800km で飛行するジェット機 (角速度 1 度 / 秒、見かけの大きさ 0.2 度)

は検出、

3. 星 (角速度 0.004 度 / 秒)

4. 雲

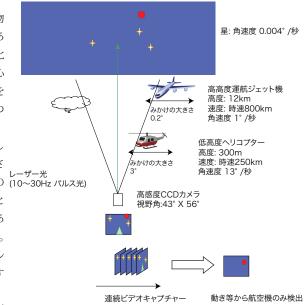
は検出しない。昼間は、航空機の機影と雲の判別を行い、夜間は、航空機の灯火(常灯/点滅)と巻雲に見え隠れする星の判別を行う。 また画像内には10から30Hzの繰り返しで発射されるレーザー光も入るが、これは画面内に非検出領域を設定する事に寄って除去する。

3. 処理アルゴリズム

CCD カメラからの画像は、毎秒30フレームでディジタイズし、画面内の物体を動きを計測することによりその物体が航空機であるか、雲や星などであるかの区別を行う。物体の認識方法としては1)輪郭線抽出方式と2)二値化方式の二つを選択できる。1)は原画像より物体の輪郭線を抽出し、その重心を物体の位置と見なす方法で、輪郭がはっきりしない物体(昼間の雲等)をとらえることができる。2)は原画像を二値化し、ある閾値以上の輝度を持つ物体を抽出し、その重心を物体の位置と見なす方法である。

検出した物体が航空機であるかどうかは、「検出時間内に指定距離を移動したかどうか」で判断する。高高度を飛ぶ飛行機の場合には、見かけの大きさが 0.2 度で角速度が 1° / 秒なので、我々のカメラシステムでは 2 ピクセルの ($10\sim30$ Hz パルス光)物体が 1 秒あたり 11 ピクセル動けば飛行機である、という判断をすることになる。それより遅い速度の物体は星である (実際には 50 倍の速度差があるので安全を見越してもっと遅い物体まで飛行機である、と判断している)。また、ヘリコプターの場合は 3 度で角速度 13 度 $^\circ$ / 秒なので、35 ピクセルの大きさの物体が 1 秒に 150 ピクセル動けばヘリコプターである、と判断する。

一方、夜間の場合はコントラストも見かけの大きさも小さいことから検出が 難しい。このため 航空機の灯火(常灯および点滅)を検出手段とする。

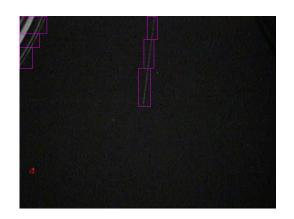


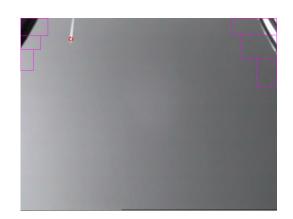
4. システム構成

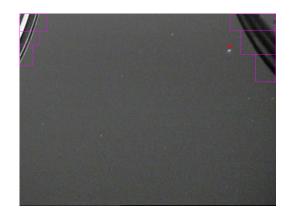
Camera	Lense(computar HG0608AFCS-HSP)	focal length 6mm
	Iris	auto-control F0.8-360
	CCD(Watec Neptune100)	1/2"(768*494)
	Field of View	43deg * 56deg
	Sensitivity	5th magnitude
Video Capture	(IODATA GV-VCP3/PCI)	640*480 @ 30Hz
Detection Signal Generator	(Interface PCI-2703A)	TTL

Windows XPの計算機上で走るシステムであり、ビデオキャプチャーボードの出力を 見ながらパラメータ変更ができるようになっている。画面上の赤い長方形は非検出領 域で、ここに空ではない部分やレーザー光が映っている領域をセットし、誤動作を防ぐ。 下に検出画像のサンプルを示す。赤い丸で囲まれた点が航空機で、検出をビープ音で 知らせると同時にリレーによりレーザー光発射を中断する。











5. 性能評価

当初開発したシステムでは、夜間に星の瞬きを航空機として検出してしまい、1 時間に 20 回も止まってしまうことがあったが、アルゴリズムを改良した結果星による誤検出はほぼ 0 になった。また昼間の場合は、秋に実験を行った影響も有り、枯れ葉が舞ったのを誤検出してしまう事も多かった。航空機の検出率は、夜間で 80%前後、昼間では 70%前後とまだ改良の余地はある。基本的には CCD カメラで明確に航空機を撮影できれば良いので (画面を人間が見て判断するのとシステムが判断するので殆ど差はない) 最も実現が簡単なのはシステムを二重化し、広視野の側でヘリコプター等、大きく見えて高速で移動するものを検出、狭視野で高倍率の側で視野の中心付近を高精度で撮影し、低速で近づいてくる航空機を検出する事であろうと考えられる。またシステム運用を重ねることにより細かなパラメータチューニングを進める事によってももう少し検出率を高める事も期待できる。