

ADS-B aircraft safety system assembled at less than EUR/USD 100



Naoya Morishita(*) and Toshimichi Otsubo

Hitotsubashi University

(*) Graduated in March 2019

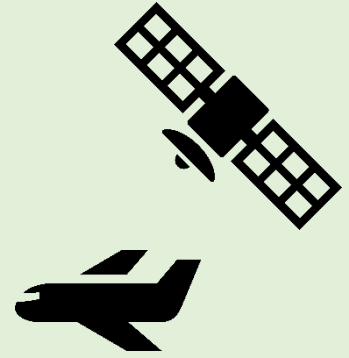
Contact Email: t.otsubo@r.hit-u.ac.jp



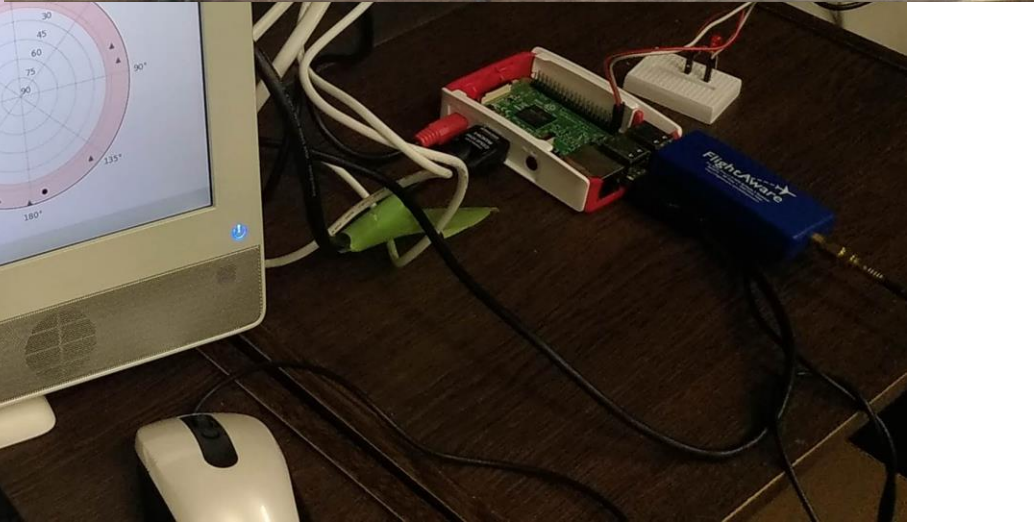
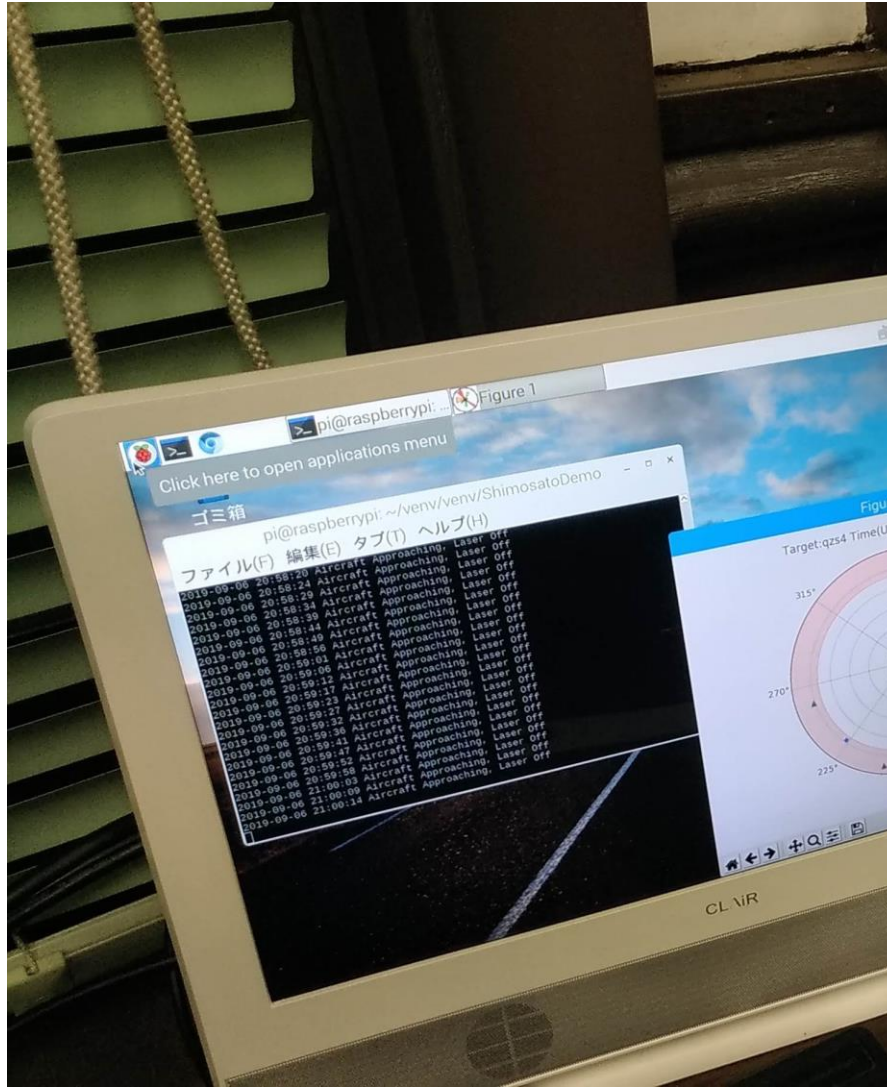
HITOTSUBASHI
UNIVERSITY

Aim of Morishita's graduation thesis

- Low-cost aircraft detection system for SLR
 - Build-up & test
 - Develop software to overlay satellites and airplanes
 - Quantify the broadcast positions of airplanes
- Note: ADS-B is not mandatory in Japan, but the vast majority of civil aircraft carry it.



Instrument



~ EUR 44, USD 49

パソコン・周辺機器 > PCパーツ
もっとお得な商品があります

 Raspberry Pi 3 Model B+ スターターセット
 ★★★★★☆ 53
 ¥ 980 ✓prime

この機能は役に立ちましたか?



画像にマウスを合わせると拡大されます

Raspberry Pi 3 MODEL B

Raspberry Pi
 ★★★★★☆ 32件のカスタマーレビュー
 Amazon's Choice raspberry pi

価格: ¥ 5,226

新品の出品: 4 ¥ 5,226より

カラー: Element14

- プロセッサ:Broadcom BCM2387チップセット、1.2GHzクワッドコアARM Cortex-A53、802.11 b/g/nワイヤレスLAN、Bluetooth 4.1(クラシック及びLE)
 - GPU:デュアルコアVideoCore IVRマルチメディアコプロセッサ。Open GL ES 2.0、ハードウェア加速OpenVG、1080p30 H.264高プロファイルデコードを提供。テクスチャフィルタリングとDMAインフラストラクチャで1Gピクセル/秒、1.5Gテクセル/秒又は24GFLOPに対応
 - メモリー:1GB LPDDR2
 - OS:micro SDカードから起動、特定バージョンのLinuxオペレーティングシステム又はWindows 10 IoTを実行
 - 寸法:85 x 56 x 17mm
 - 電源:マイクロUSBソケット5V1、2.5A (電源別売り)
 - WiFiとBluetooth機能が追加され、処理速度が向上しました
- ✓ 表示件数を増やす


¥ 5,226


9/11 水曜日 にお届けするには、マケプレお急ぎ便を選択して注文を確定してください(注文確定時に配送料金をご確認ください)。 [詳細を見る](#)

在庫あり。 [在庫状況について](#)

数量: 1 ▼

¥ 5,226 + 配送料無料

 [カートに入れる](#)

 [今すぐ買う](#)

この商品は、[ロボショップ](#) が販売、発送します。
 この出品商品にはコンビニ・ATM・ネットバンキング・電子マネー払いが利用できます。

~ EUR 23, USD 25

家電&カメラ > 無線・トランシーバー > 無線機アクセサリ > 無線アンテナ

お客様は、2019/8/1にこの商品を注文しました。
この注文を表示



画像にマウスを合わせると拡大されます

New ADS-B/1090MHz受信専用
マグネット簡易アンテナ
Ver II 【RTL-SDR専用】【パ
ーシャルレーダー受信用】
【高感度】
【車載可能】【MCX-P (プラグ
ノオス) 装備+ケーブル 1 m
SHAFT CORPORATION
★★★★☆ 5件のカスタマーレビュー

価格: ¥2,680 通常配送無料 詳細
ポイント: 27pt (1%) 詳細はこちら

新品の出品: 1 ¥2,680より

- 全長: 29センチメートル 重量: 28グラム アンテナケーブル: 1メートル インピーダンス: 50Ω
- MCX-P (プラグノオス) コネクター装備 TV28TV2DVB-T(R820T) [DVB-T+DAB+FM対応 (D S - D Tシリーズ L T - D Tシリーズは、一部の機種で受信出来ません)]
- SDRチューナーにて受信状態確認済!
- 周波数: 1090MHz 利得: 3.5 dB(メーカー公表値)
- 中国製: 簡易包装 (袋入りパッケージ)

> もっと見る

類似商品と比較

¥2,680

ポイント: 27pt (1%) 詳細はこちら

通常配送無料 詳細

9月10日 火曜日にお届けします。

9月7日 本日にお届けするには、
今から1時間47分以内に有料の
当日お急ぎ便(代金引換未対応)
を選択して注文を確定してくだ
さい(有料オプション。Amazon
プライム会員は無料) 詳細を見る

在庫あり。 在庫状況について

数量: 1

カートに入れる

今すぐ買う

この商品は、Doeerが販売し、
Amazon.co.jp が発送します。
この出品商品にはコンビニ・
ATM・ネットバンキング・電子マ
ネー払いが利用できます。

ギフトラッピングを利用できま
す。

[← Back to results](#)**Purchased 2 times.**

You purchased this item on January 5, 2018.

[View this order](#)[Click image to open expanded view](#)

FlightAware Pro Stick Plus FA-PROSTICKPLUS-1 ADS-B USB Receiver with Built-in Filter

by FlightAware

★★★★☆ ▾ 146 customer reviews

| 28 answered questions

Amazon's Choice for "flightaware"Price: **\$19.75** + \$5.07 Shipping & Import Fees
Deposit to Japan [Details](#)[Free Amazon product support included](#) ▾

- Builds on the popular Pro Stick by adding a built-in 1090 MHz bandpass filter
- Increases range 10-20% over a Pro Stick in environments where filtering is beneficial
- Over 40% less expensive than buying a Pro Stick v1.1 and an external filter

New (1) from \$19.75 [Details](#)[Report incorrect product information.](#)**\$19.75**+ \$5.07 Shipping & Import Fees
Deposit to Japan [Details](#) ▾This item ships to **Kunitachi, Japan**. **Want it Wednesday, Sept. 18?** Choose **AmazonGlobal Priority Shipping** at checkout. [Learn more](#)**Only 7 left in stock - order soon.**

Qty: 1 ▾



Add to Cart



Buy Now

Sold by [FlightAware](#) and [Fulfilled by Amazon](#). Add gift options[📍 Deliver to Toshimichi - Kunitachi 186-8601](#)[Add to List](#)

+

SMA Female – MCX Female converter

Breadboard & LEDs

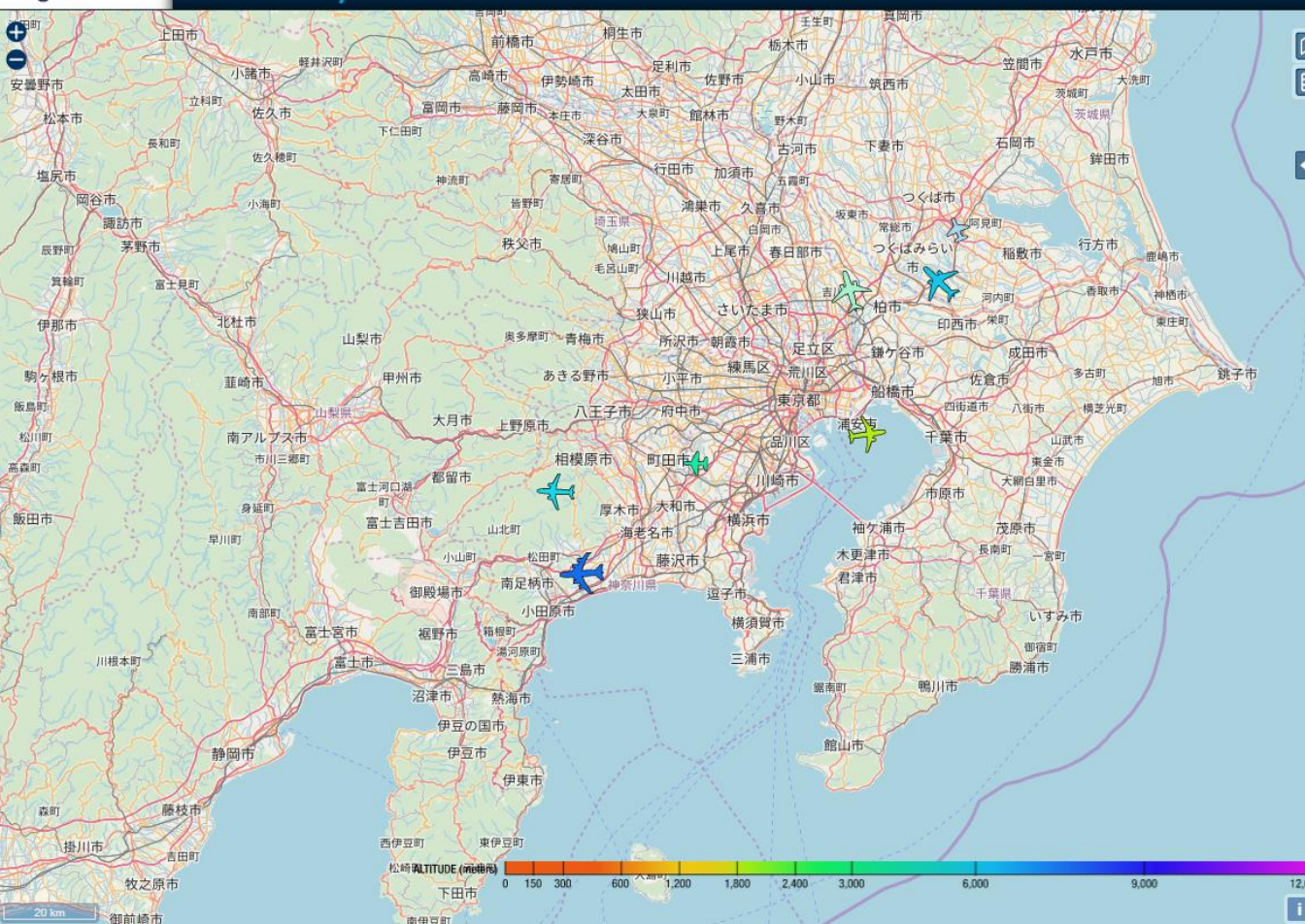
~ 10 USD/EUR



Total < 100 USD/EUR

(student's labour counted as zero)

FlightAware

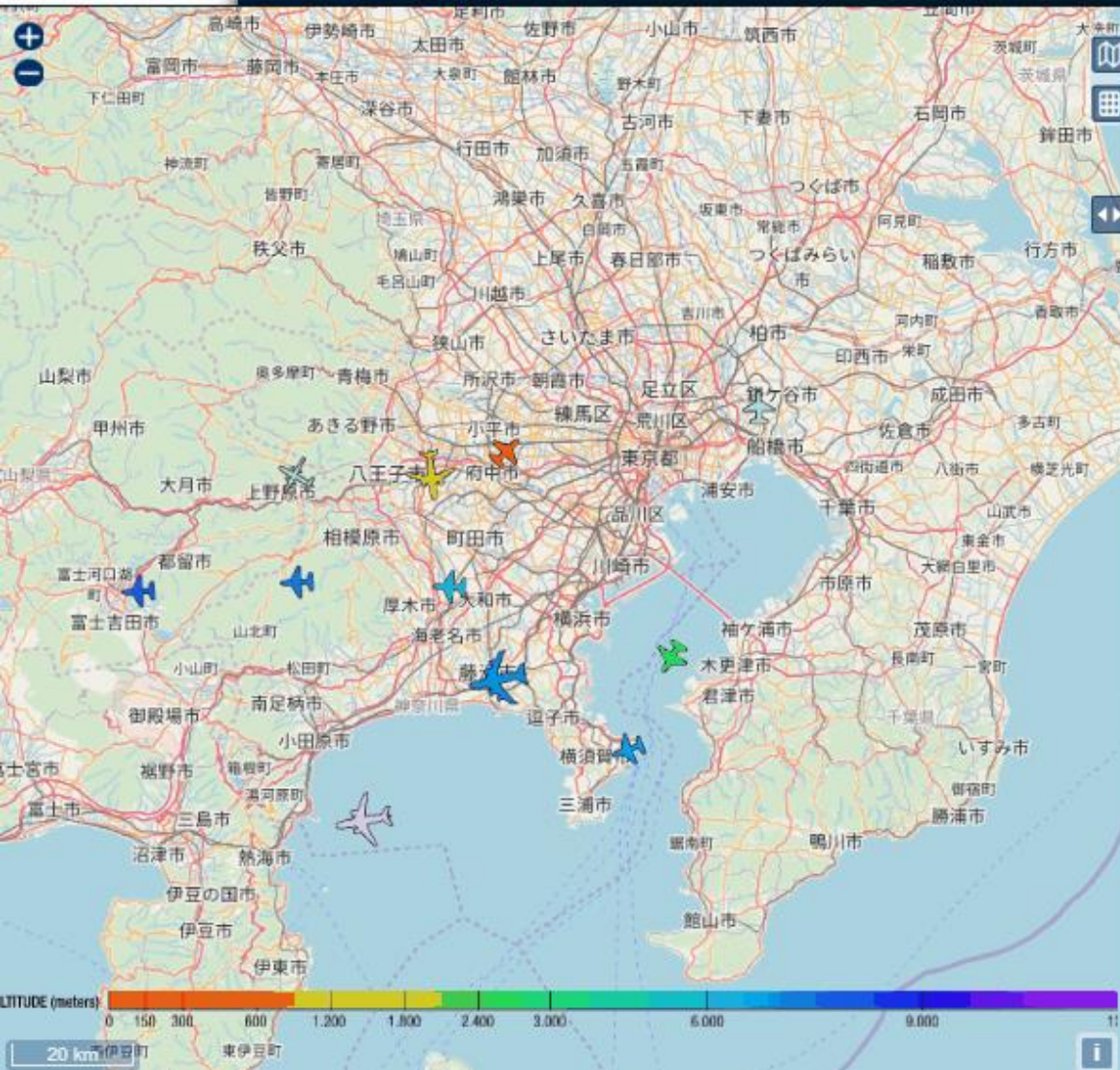


Total Aircraft: 12
Messages: 40.5/sec
With Positions: 7
History: 389 positions

Filter by Altitude: m to m Filter Reset

ICAO	Ident	Squawk	Altitude (m)	Speed (km/h)	Heading	Msgs	Age
867449		1200	274			91	0
846844	ANA575		1,760 ▲	490	82°	9	4
8400FB		2457	3,406			347	0
868056	JAL45	6174	3,505 ▲	691	344°	266	4
86DA5C	ANA677	3326	4,282 ▲	706	272°	1730	0
848516	ANA653	2416	5,730 ▲	775	272°	2692	2
48AE22	LOT80	6070	5,814 ▲	804	314°	294	9
86CF01	APJ583	2367	6,591 ▲	787	338°	75	19
3965A9	AFR275	6045	6,713			337	28
88813A	HVN311	7017	7,384 ▲	835	266°	2272	0
86DC9A	ANA969	6015	7,933 ▲	811	267°	3920	10
841EBC	JJP643		9,746			4218	36

ADS-B MLAT Other TIS-B



Total Aircraft: 17
With Positions: 11

Messages: 68.3/sec
History: 4555 positions

Filter by Altitude: m to m Filter Reset

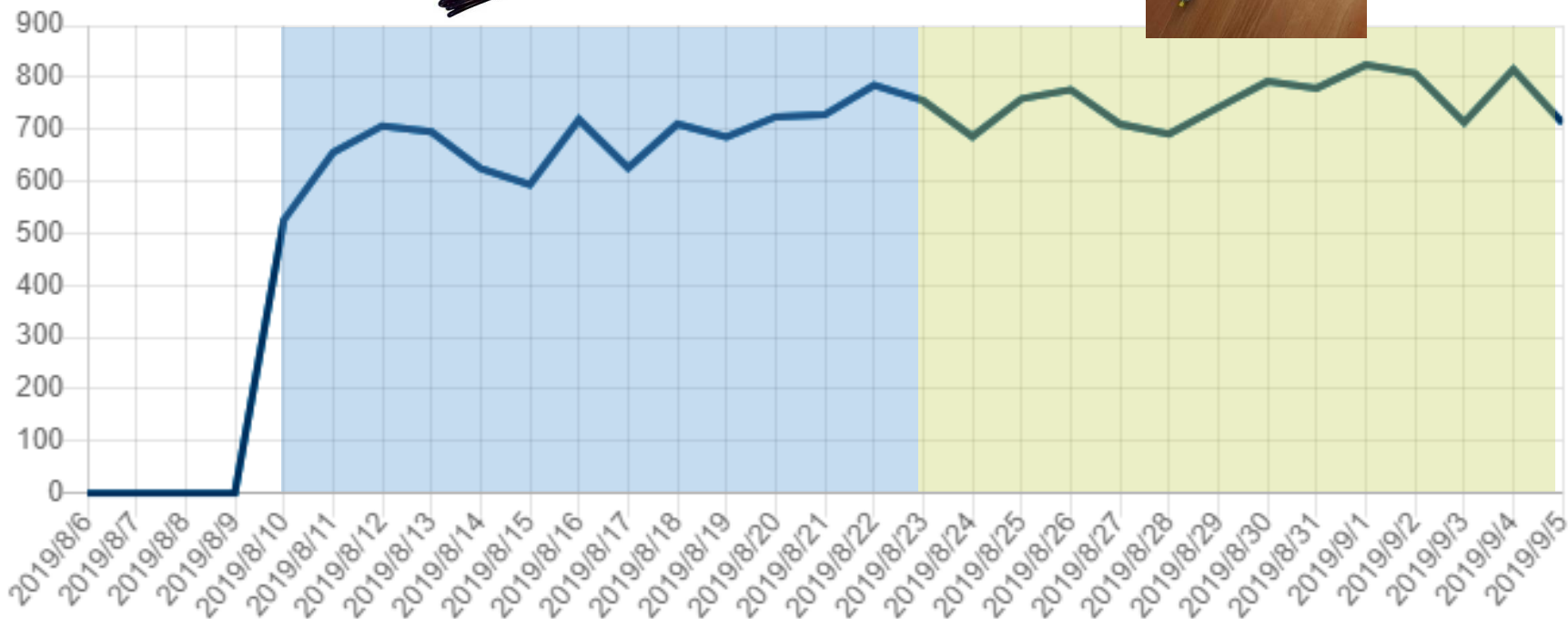
ICAO	Ident	Squawk	Altitude (m)	Speed (km/h)	Heading	Msgs	Age
85102C		1200	282 ▼	215	45°	1593	0
8518E9		1200	442			754	0
840500		1200	617			1441	10
AE4AFD	KANTO87	4622	1,227 ▲	347	173°	378	0
86789E	ANA23	7320	2,728 ▲	521	211°	132	0
861842		7375	2,736 ▲	563	5°	29	0
846D0C	ADO85	0401	3,284 ▲	594	359°	258	17
A7C0F2	COACH08		3,322 ▲	369	299°	3566	7
86EF6A		3465	3,490			1068	0
85D47F			3,841			19	30
851826	JAL479	7326	5,486 ▲	703	273°	2414	1
780A5D	CRK607	3731	6,561 ▲	790	249°	175	0
86E894	ANA829	6142	6,850 ▲	840	257°	1431	0
85D854	ANA535	7341	6,927 ▲	755	267°	2671	0
85D7C0	ANA835		7,254 ▲	848	267°	2452	0
A1775F	DAL277	6163	11,583	916	259°	928	19
A62CC7	N4972R					5784	20

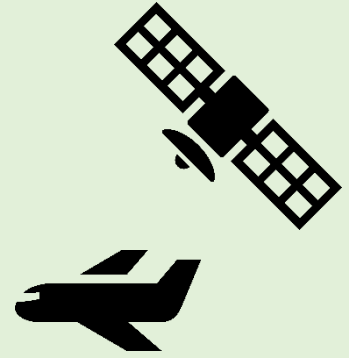
ADS-B MLAT Other TIS-B

Small antenna working OK?



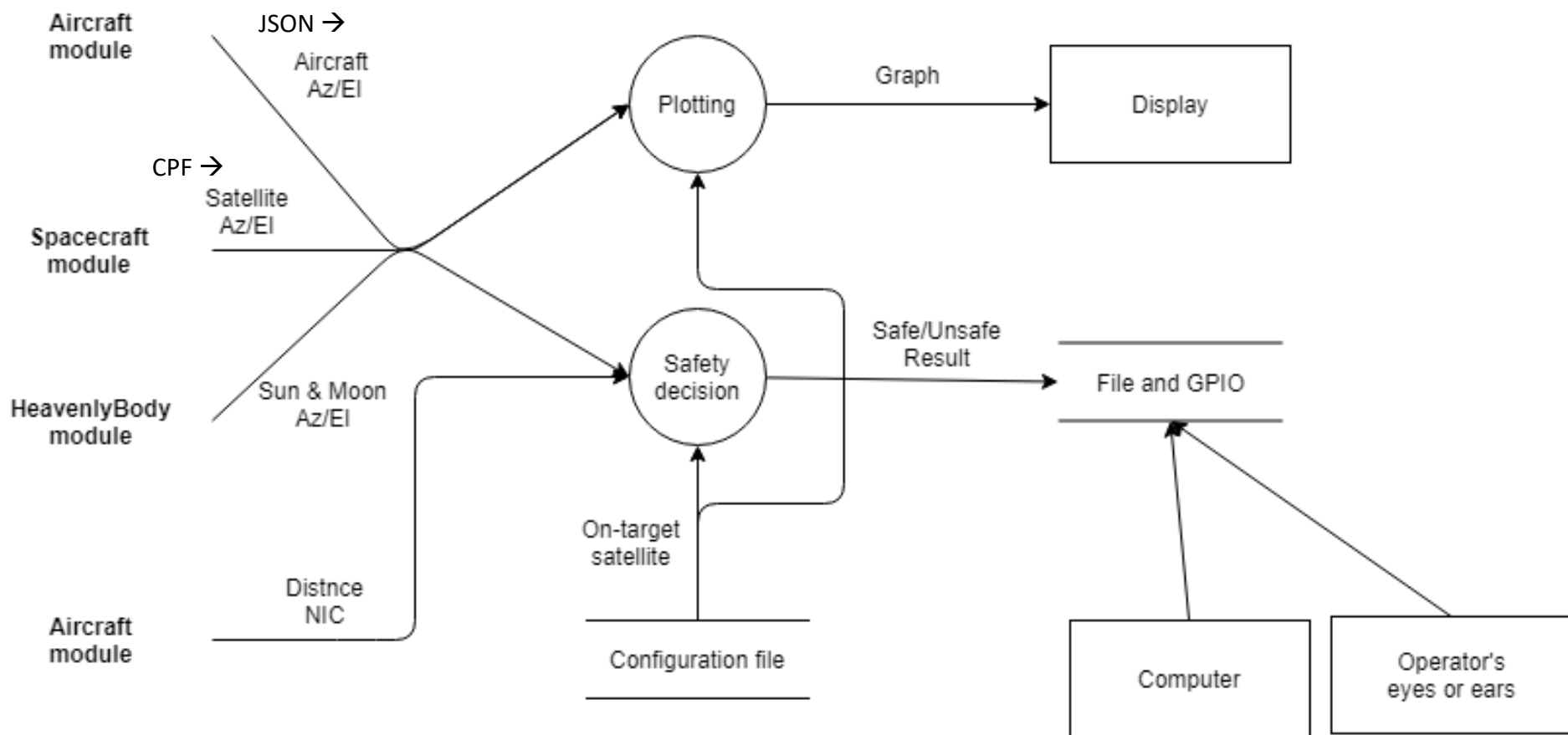
Number of detected airplanes



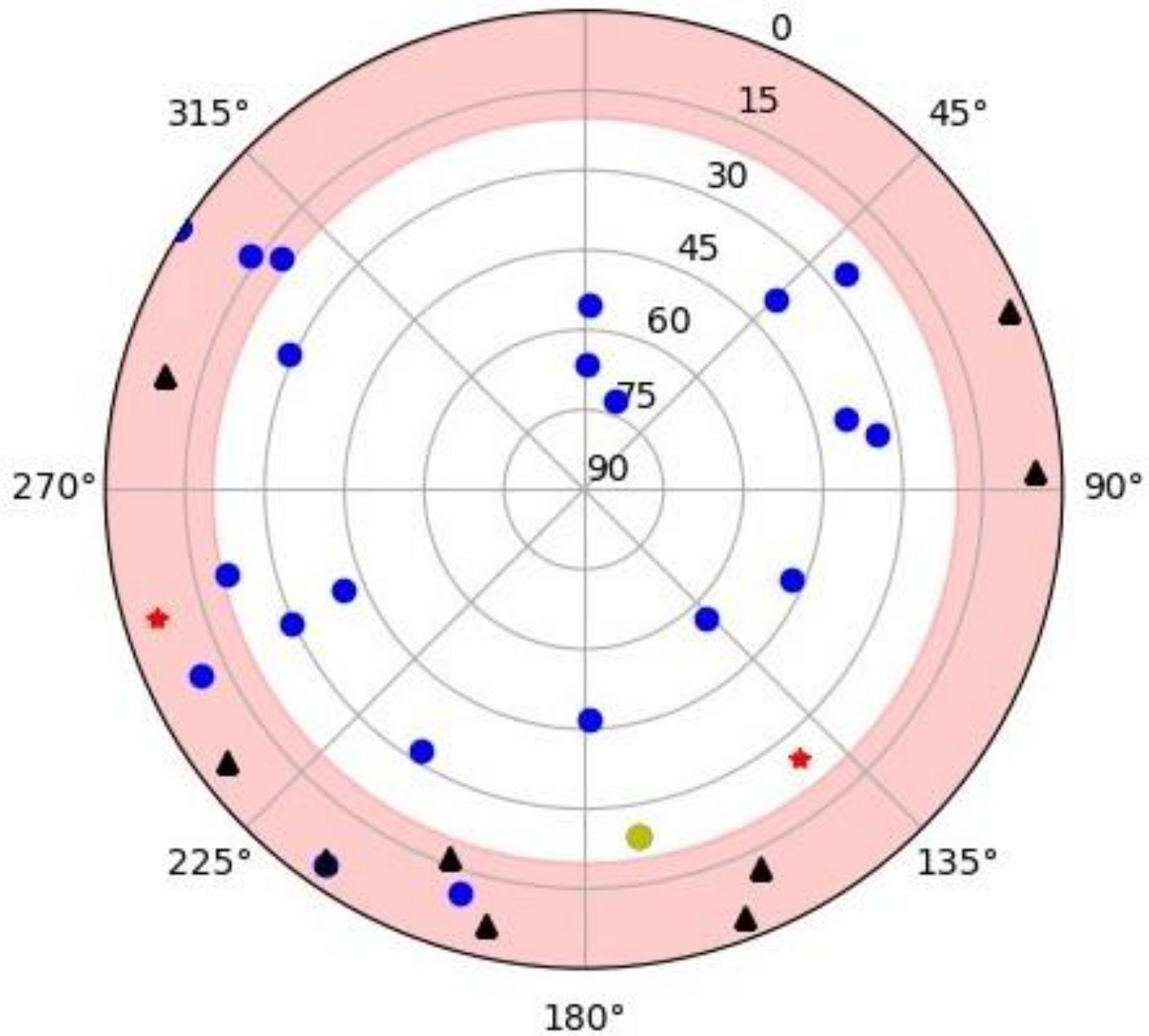


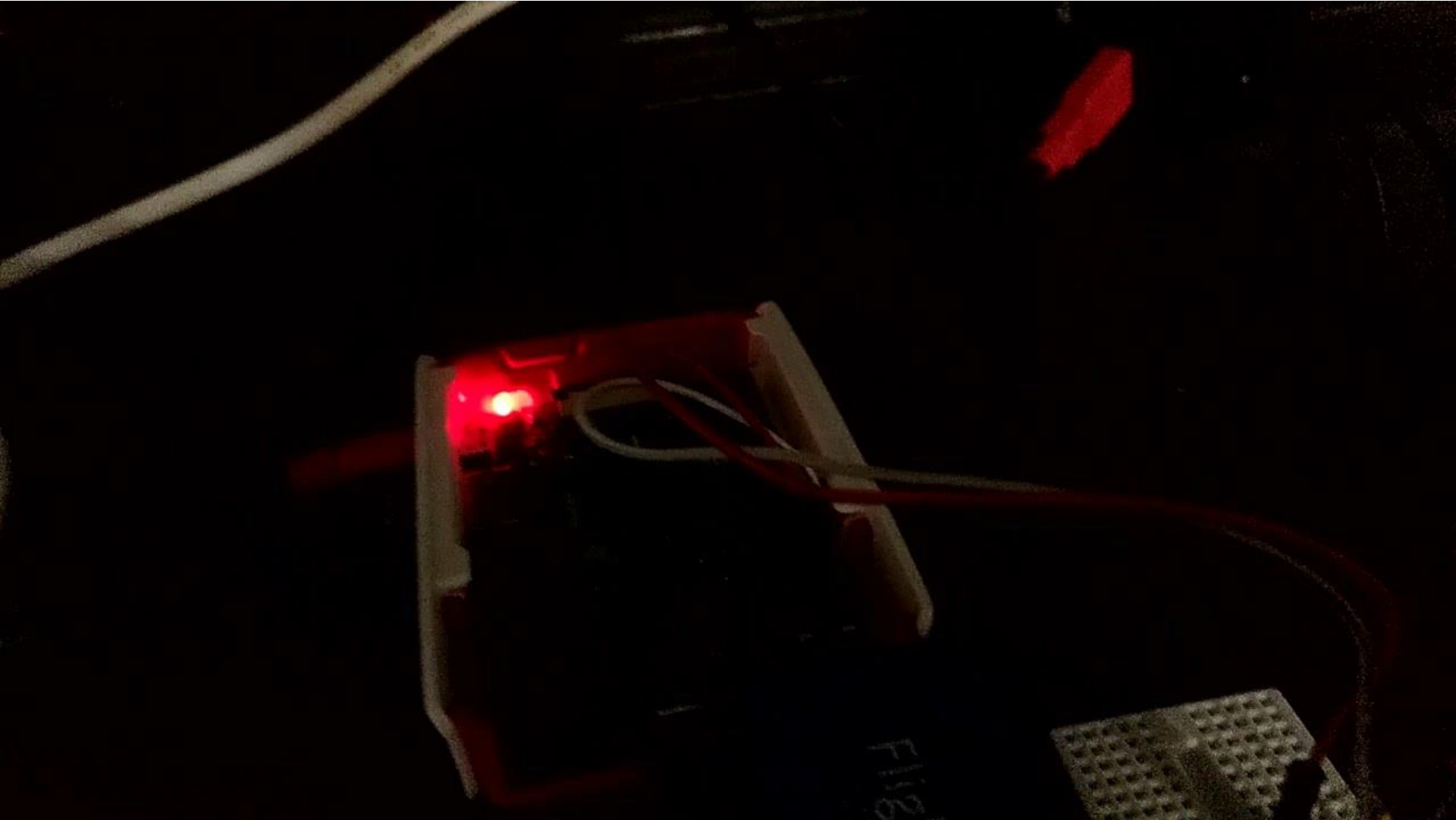
Software

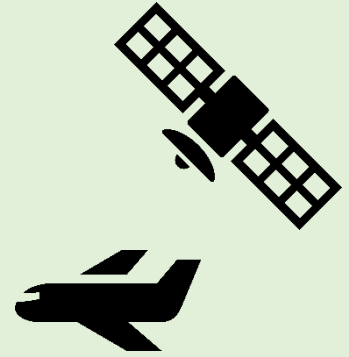
Software (Python) overview



2018:10:18:7:27:19
0°

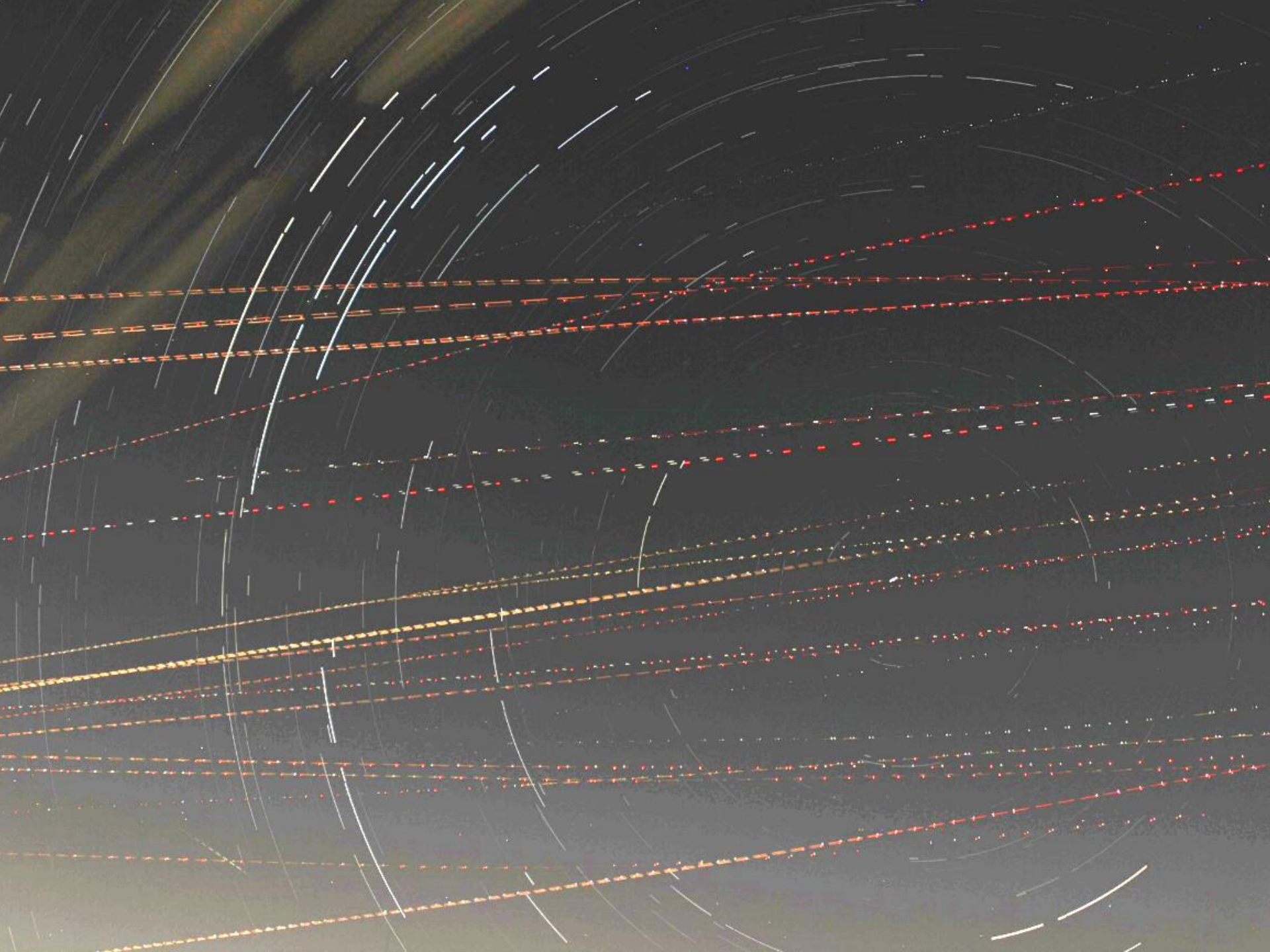






Evaluation





Analysis results

- 95% of photographed airplanes successfully matched with ADS-B
- Photography vs ADS-B
 - dAz/dEl mostly $< 1-2$ degrees
 - dAz/dEl up to 7 deg when NIC = 0
 - STDEV of positions →

NIC = Navigation Integrity Category

NIC	Stdev Horizontal (m)	Stdev Vertical (m)
0 (2.8%)	601	282
7 (7.6%)	131	65
8 (82.6%)	84	32
9 (6.9%)	74	17

What's NIC (Navigation Integrity Category)?

NIC Value	Radius of Containment (R_C)	Airborne		
		Airborne Position TYPE Code	NIC Supplement Codes	
			A	B
0	R_C unknown	0, 18 or 22	0	0
1	$R_C < 20$ NM (37.04 km)	17	0	0
2	$R_C < 8$ NM (14.816 km)	16	0	0
3	$R_C < 4$ NM (7.408 km)	16	1	1
4	$R_C < 2$ NM (3.704 km)	15	0	0
5	$R_C < 1$ NM (1852 m)	14	0	0
6	$R_C < 0.6$ NM (1111.2 m)	13	1	1
	$R_C < 0.5$ NM (926 m)	13	0	0
	$R_C < 0.3$ NM (555.6 m)	13	0	1
7	$R_C < 0.2$ NM (370.4 m)	12	0	0
8	$R_C < 0.1$ NM (185.2 m)	11	0	0
9	$R_C < 75$ m	11	1	1
10	$R_C < 25$ m	10 or 21	0	0
11	$R_C < 7.5$ m	9 or 20	0	0

Conclusions

- ADS-B-based aircraft alert system built at < 100 EUR/USD. Try at home.
- Software (python) available upon request.
- Enlarge the no-laser-firing zone when NIC is low.
- Future to-do's:
 - More photograph matching
 - On-site test @NICT, @JAXA, ...
 - Japan to mandate ADS-B?

