

複数地点からの常時画像モニタリングによる都市空間上の飛行物体の検出と分類

祖父江 英謙（東京大学工学部社会基盤学科），福島 佑樹，檜山武浩，関本 義秀

研究の背景

都市の上空は、鳥、ヘリコプター、航空機等、様々な飛行物体が行きかう。近年ではUAV (Unmanned Aerial Vehicle、ドローン) が発達し、都市の上空をUAVが飛ぶ未来も近い。

このような都市の空を全自動で常にモニタリングできれば、UAVの安全な活用、鳥害の対策等、マルチに役立てることが出来る。

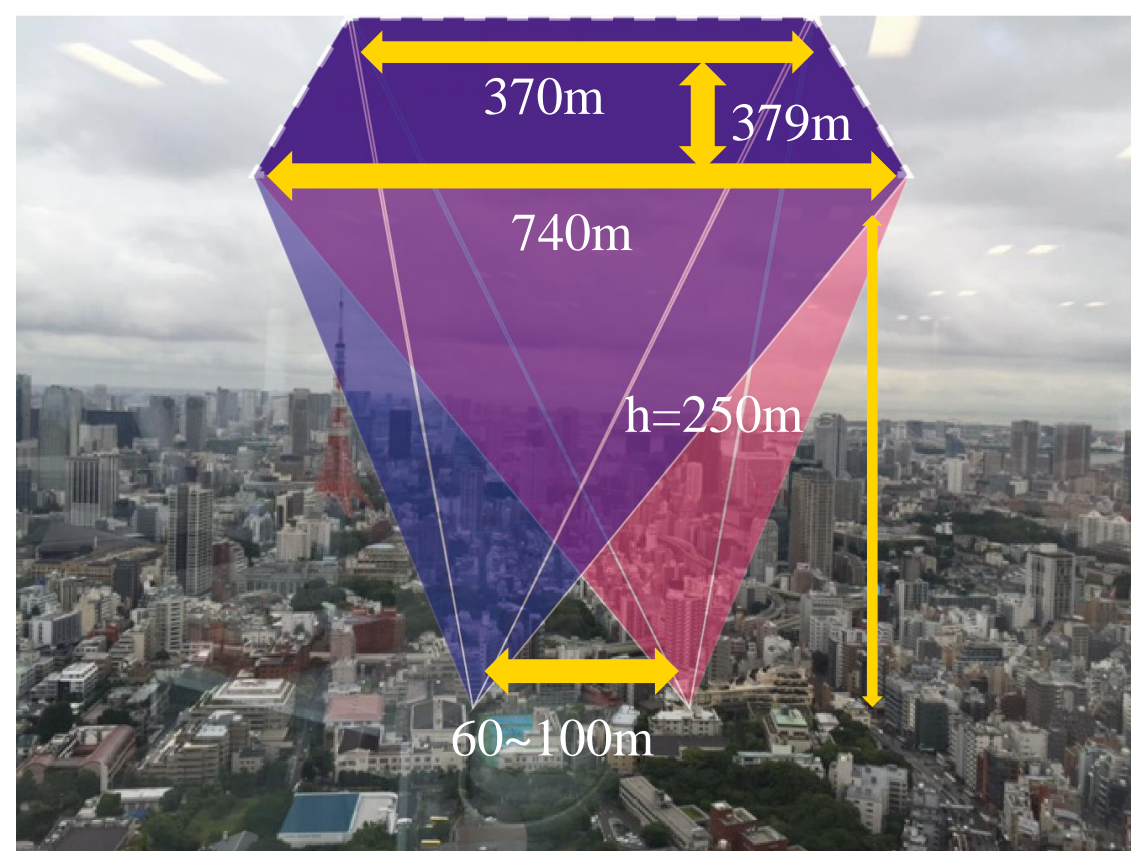
研究の目的

目標:『東京の空を、何が、どのように飛んでいるかを全自動で監視できるシステム』の作成

① 広域(低解像度)の監視
...10pixel四方程度

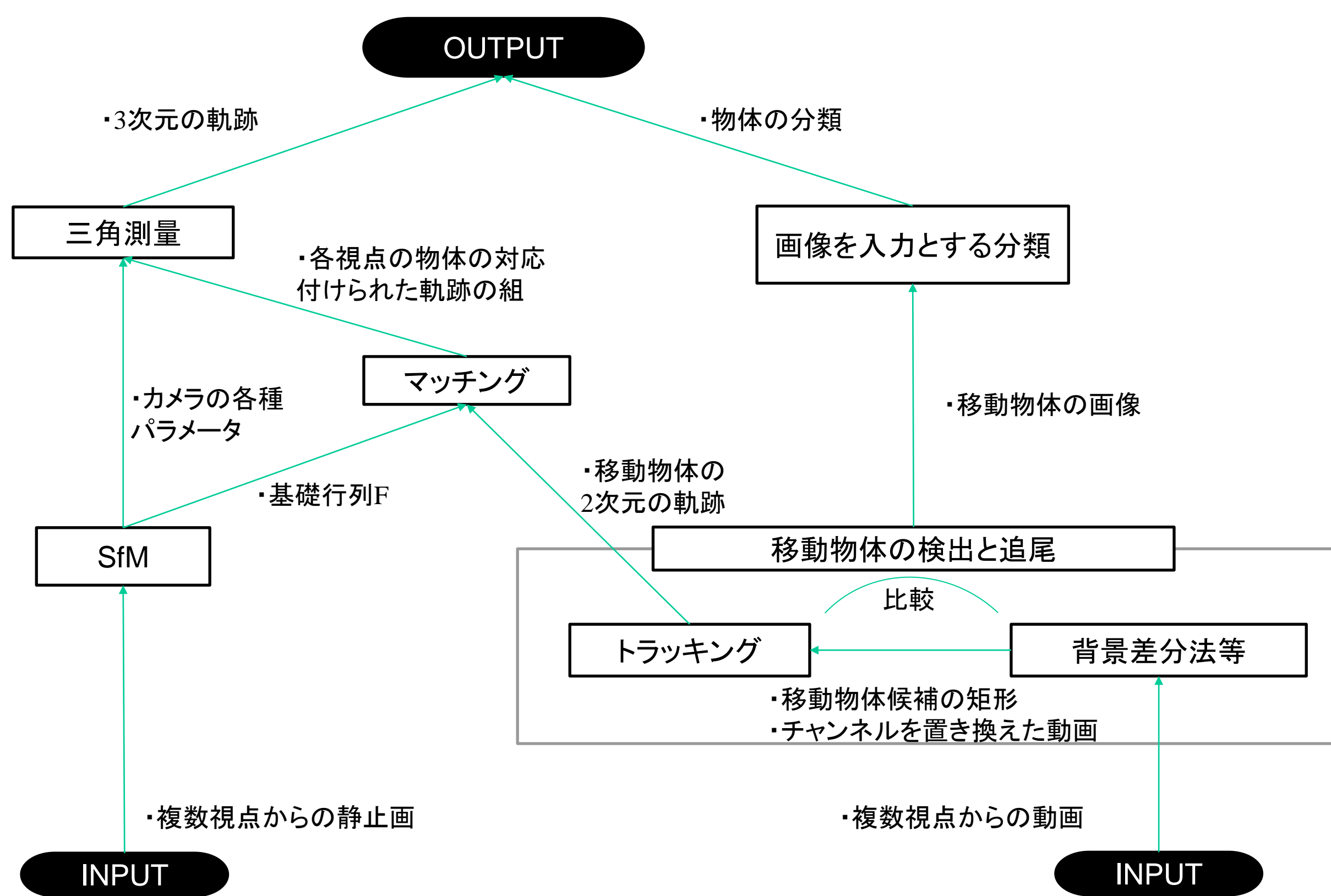
② 飛行物体の軌跡を3次元的に把握

③ 飛行物体の自動分類



2台のビデオによる撮影のイメージ

システムの概要



動画の撮影

撮影では森ビルの協力のもと、六本木ヒルズにおいても複数台のビデオを用いて撮影を行うことが出来た。さらに、六本木周辺でUAVを飛ばし、その飛行の撮影を行った。

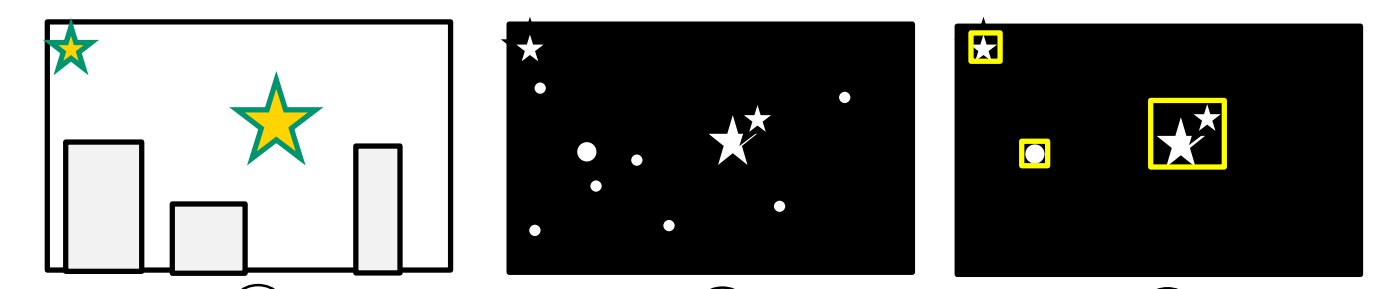
- 撮影日時
 - ①2016年8月3日-5日,
 - ②2017年1月11日,12日,
 - ③1月28日
- 撮影場所
 - ①,③六本木ヒルズ,
 - ②生産技術研究所
- 撮影された物体
 - ①航空機, ヘリコプター等
 - ②主として鳥
 - ③ドローン



ドローンの飛行実験での配置

手法の詳細

移動物体の検出と追尾



背景差分法等の処理のイメージ

トラッキングと移動物体の判断

- ・RGBのうち1チャンネルを背景差分画像に置換したものにKCFを適用
- ・Trackerを更新した先の矩形と背景差分画像を比較してサイズの変更やTrackerの消去
- ・10フレーム以上トラッキングされたものを移動物体と判断=「トラッキングをする中で前景と判断され続けるものを移動物体として判断」

画像による分類

一般画像分類において有効な深層学習を使用した。32ピクセル×32ピクセルの画像を分類するために最適化された畳み込みニューラルネットワークの一つであるCuda-convnetを使用した。

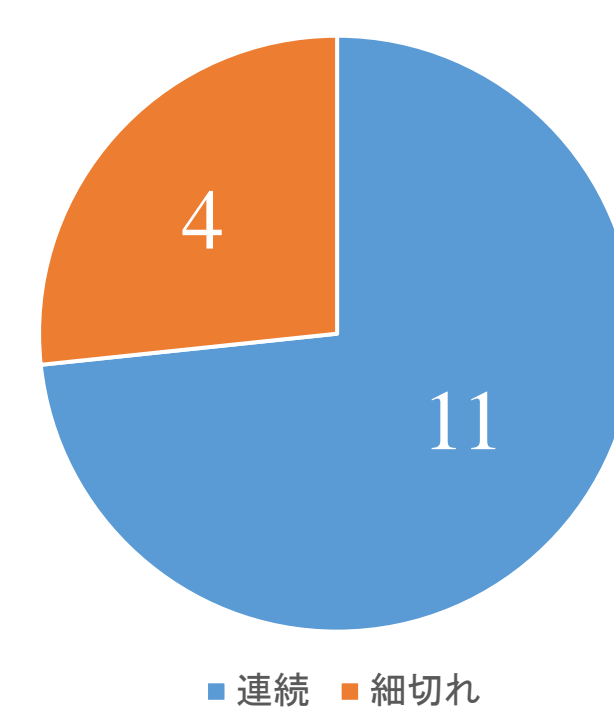
鳥,ヘリコプター,航空機,空,建物の5クラス分類であり計1210枚の画像を4分割し, 3つをトレーニングデータ, 1つをテストデータとした。

3次元座標の復元

- ① 2画像間の対応点を取ったうえでSfM (Structure from Motion)により,背景の建物の3次元座標とカメラの各種パラメータを得る
- ② 一部のカメラと建物の距離を元に拡大率を決める
- ③ ①でも停めた各種パラメータと②でも停めた拡大率を使用して各フレームにおける飛行物体の位置を算出する

結果

- 1) 検出と追尾...1辺10ピクセル以上のヘリコプターが450フレーム以上写っている動画において15例中15例で検知に成功。11例で途切れることなく追尾。
- 2) 物体の分類...鳥・ヘリ・飛行機・空・建物の5クラス分類を78%の精度で分類。
- 3) 3次元的な把握...UAVの飛行の軌跡を復元
⇒空のモニタリングの見通しが立った。



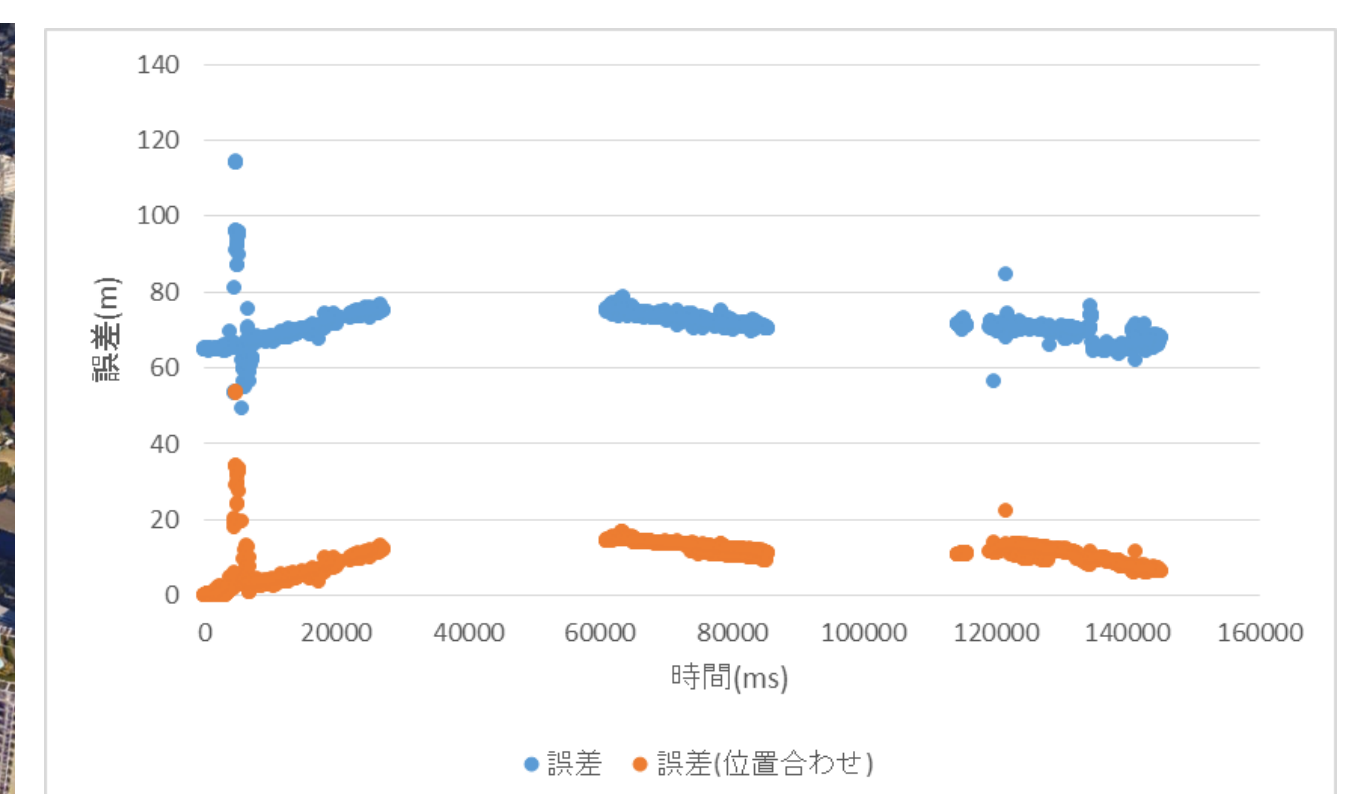
検出と追尾

iter_5000		推測値					再現率
		鳥	ヘリコプター	飛行機	空	建物	
真値	鳥	201	34	1	4	0	0.84
	ヘリコプター	18	124	37	32	19	0.54
	飛行機	0	24	173	35	8	0.72
	空	0	1	1	229	19	0.92
	建物	0	4	3	16	227	0.91
精度		0.92	0.66	0.80	0.72	0.83	0.78

物体の分類結果



軌跡の復元
※黄が真値,赤が復元結果



軌跡の復元の精度
※橙は離陸時の位置を合わせた場合の誤差