

北海道ドローン選手権事業完了報告書

北海道ドローン選手権 実行委員会

1. はじめに

9月末に開催しました第1回北海道ドローン選手権（Hokkaido Drone Championship）では、研究分野でドローン活用に取り組んでおられる諸氏をお迎えし無事に終えることができました。参加者および関係者に多大なるご協力とご支援を頂き感謝を申し上げます。

本選手権はドローン関連技術の開発と新分野での応用を視野に入れた競技会を開催することにより、これらの成果が発展的に継続することを目的としています。そして、この技術は将来に向け広大な北の地に必須となる技術だと確信しております。さらにはIoT（Internet of Things）時代に向け、新たな事業に繋がればとも考えています。今回の開催では準備不足等の中ご不便をお掛けしたことも多々有ろうかと思いますが、今後の開催に向け実りある大会であったと考えております。

今後とも今年度同様にご協力とご支援を頂きます様にお願ひ致します。

北海道ドローン選手権 実行委員長 小川 博（旭川 ICT 協議会 会長）

2. 会場及び日程

会場 : 旭川市勤労者福祉総合センター 体育館（旭川市6条通4丁目）

開催日 : 2017年9月30日（土） 準備・練習日 2017年9月28日（木）

詳細日程

9月28日（木）会場設営

10:00-15:00 会場準備

15:00-18:00 飛行テスト（希望チーム）

9月29日（金）休館日のため使用不可（立ち入りは出来ません。）

9月30日（土）

9:00 受付（競技順の籤引き）

9:30 競技参加者会議

10:00 開会式（実行委員長挨拶、競技説明）

11:00 競技開始（各チーム10分テスト+10分競技）

午前中は3チーム

12:30 休憩

13:00 競技再開

午後3チーム

14:45 ドローンとセキュリティ研修会（勤労福祉会館 研修室）

講師 セキュアドローン協議会 春原 氏

15:45 表彰式・閉会式（勤労福祉会館 研修室）

18:00 懇親会

3. 競技会場の設定

設置した会場と、その写真を以下に示す。

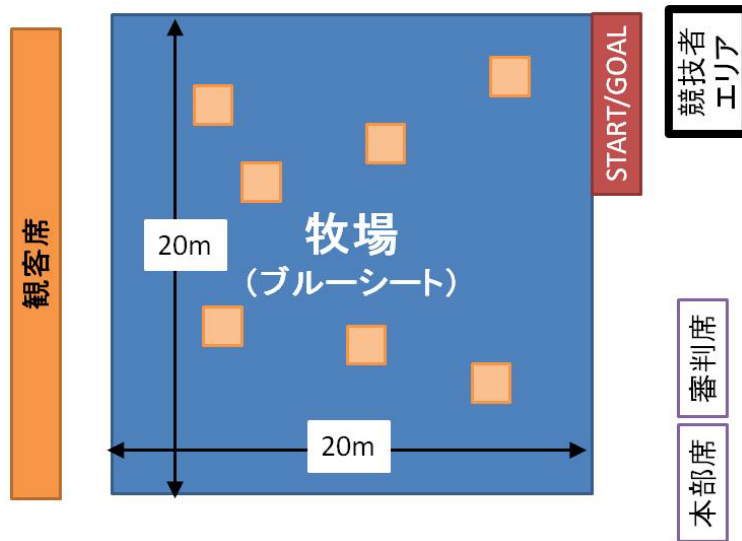
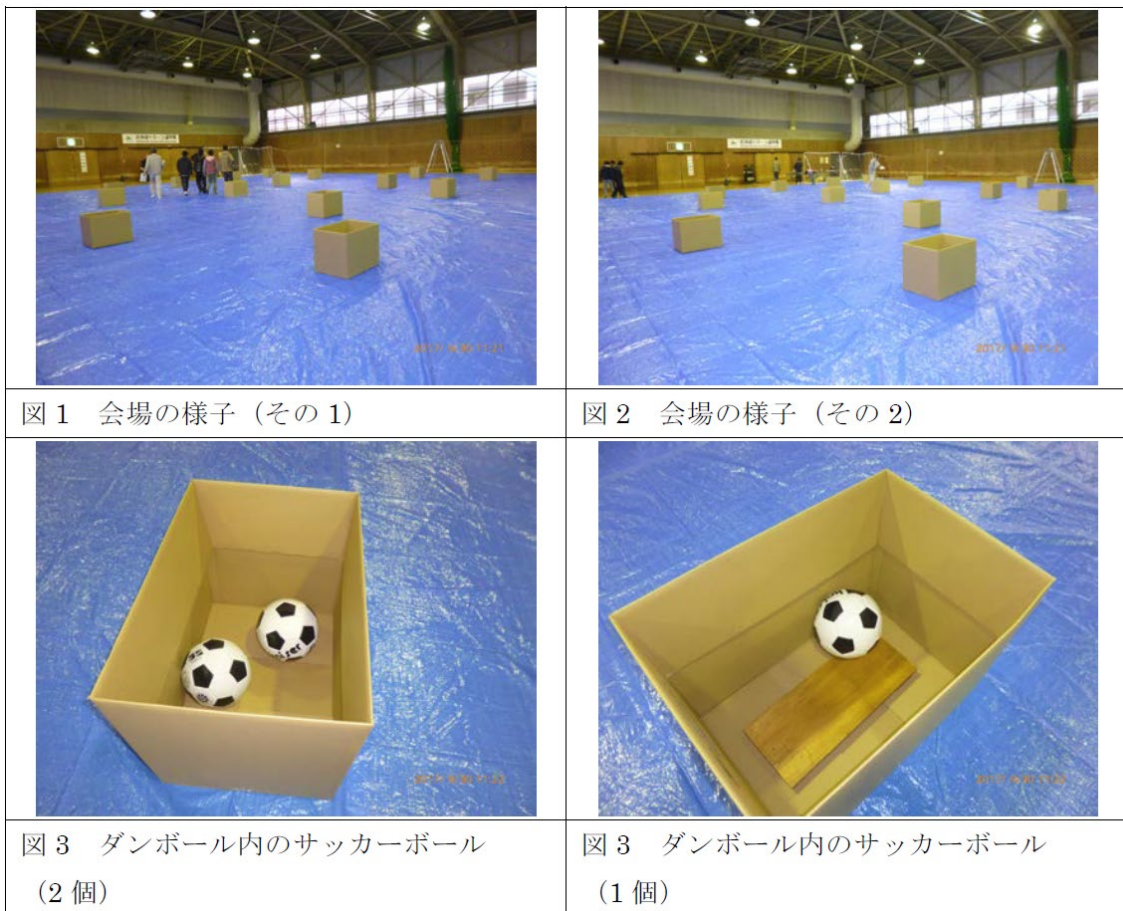


図0 競技場



4. 参加チーム

参加チーム（6チーム）

- ① 旭川工業高等専門学校
以後 直樹, 板坂 優人, 鎌田 悠司, 石黒 雄基
- ② 函館工業高等専門学校
鈴木 学, 宮地 駿
- ③ 北海道情報大学
鈴木 健太
- ④ 北見工業大学
鈴木 育夫, 堀江 健太
- ⑤ 北海道大学ロボティクス・ダイナミクス研究室
上野 貴希, 佐久間 優, 山口正光ピヨトル, 李 宝祥, 朱 承儒, 山口 貴大
- ⑥ 北海道大学大学院情報科学研究科 情報数理工学複合情報工学講座 自律系工学研究室（& サイバートラスト株式会社）
賀川 祐太郎, 田上 利博

5. 競技結果

競技は、飛行時間と計数処理時間を合わせて10分以内の持ち時間である。「飛行方法」、「着地点誤差」、「計数処理方法」、「計数処理結果」、「飛行+計数処理時間」について、事前に提示された得点基準に沿って採点される。抽選により決定した競技順に従って行った競技結果は以下の通りである。

第1回北海道ドローン選手権 得点集計表

競技順	チーム名	飛行方法	着立地点	計数処理	計数結果	飛行時間	高さ違反	領域違反	総得点
1	北海道情報大学	4	10	6	6	8	0	0	34
2	北見工業大学	4	10	6	1	4	0	0	25
3	北海道大学 自律系工学研究室	4	10	6	10	8	0	0	38
4	北海道大学ロボティクス・ ダイナミクス研究室	4	10	10	10	10	0	0	44
5	旭川工業高等専門学校	4	10	10	10	10	0	0	44
6	函館工業高等専門学校	4	10	2	10	10	0	0	36

採点結果に基づいて厳正な審査を行い各賞を下記のとおり決定した。

- 優勝 : 北海道大学 ロボティクス・ダイナミクス研究室
準優勝 : 旭川工業高等専門学校
3位 : 北海道大学大学院情報科学研究科 自律系工学研究室
特別賞 : 函館工業高等専門学校
北海道情報大学
北見工業大学

6. 記録等



図4 情報大学チームの競技の様子

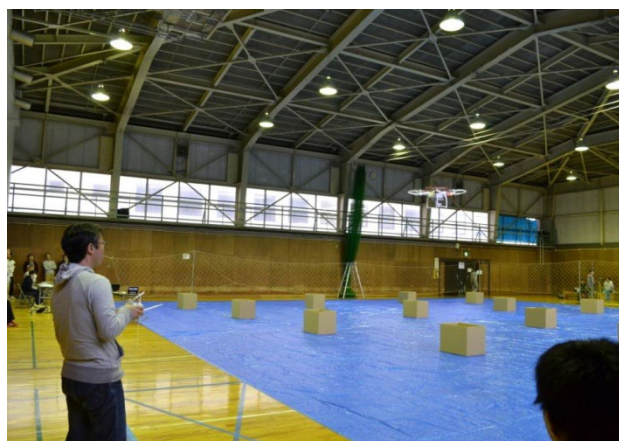


図5 北見工大チームの競技の様子

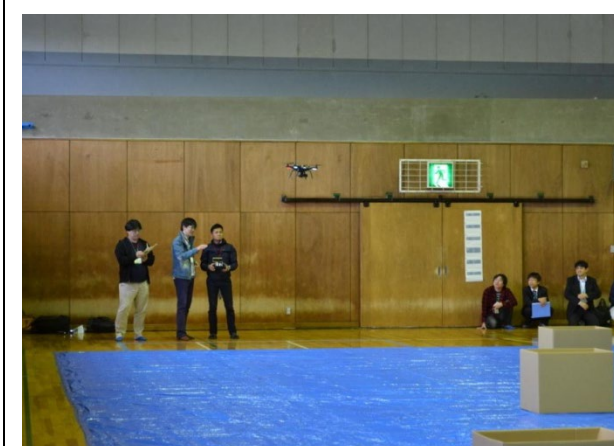


図6 北大自律研チームの競技の様子



図7 北大ロボティクスチームの競技の様子

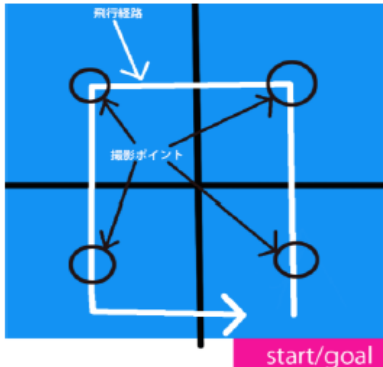


図8 旭川高専チームの競技の様子



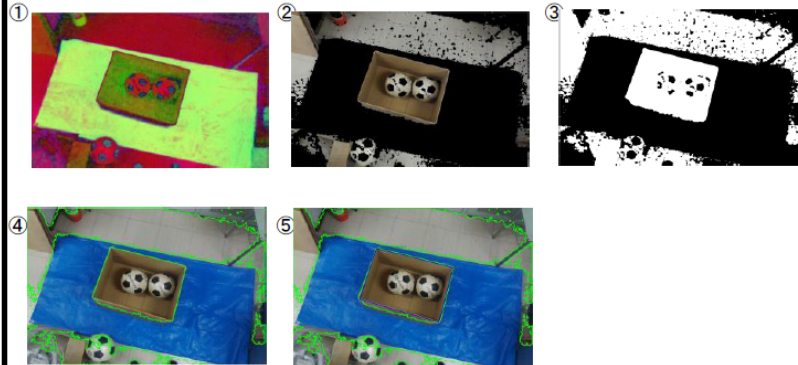
図9 函館高専チームの競技の様子

7. システム仕様書

所属	旭川工業高等専門学校			
チーム名	以後研究室			
参加者名	板坂優人	鎌田悠司		
ドローンの機種	Parrot BEBOP 2 DRONE			
飛行方法 (○で囲んでください)	手動	半自動	自動	その他 (自律など)
	<p>大会で使用するdroneには「Parrot BEBOP 2 DRONE」を選択した。このdroneは安価に入手することができるだけでなく、ソースが公開されていることから、自作したプログラムにより自由に操縦することが可能である。今回我々は、droneの半自動飛行を実現するために、Node(node.js)を用いた制御方法を選択した。この方法では、PCからdroneに着陸、離陸等のコマンドを送信し、droneはそのコマンドに対応した動作を実行する。PCとdroneの接続方法はwifiを用いている。</p> <p>大会当日のdroneの具体的な動きを以下に記述する。</p> <p>①start/goal地点から離陸する ②droneを指定の場所までPCからのコマンドにより、手動で移動させる。 ③牧場内をあらかじめ任意の区画に分割し、その区画を撮影できる位置に自動でdroneを移動させ、画像を撮影し、その後別の区画を撮影できる地点に移動し再び撮影するという流れを繰り返し、最終的にstart/goal地点付近の指定した場所に移動させる。尚、撮影された画像はその都度PCに保存し、順次プログラムによる計数を開始する。 ④さきほど移動させた場所から、start/goal地点までPCからのコマンドにより手動で移動させ、その後着陸コマンドを送信し、droneをstart/goal地点に着陸させる。</p> <p>以下に大会当日の飛行経路の予定図を掲載しておく。</p>  <p>また、③の動作ではdroneが自動で飛行する。この自動飛行時の制御方法について説明する。自動飛行自体は実に単純な仕組みで行う。指定の位置から任意の区間を撮影できる位置まで移動する際には、あらかじめ設定しておいた、移動速度と移動時間の二つのパラメータにより自動飛行を実現している。</p> <p>最後に緊急時の対応について説明する。緊急時には、別のプロセスから緊急用のプログラムを動作させ、通信によりその場に着陸を試みる。また、通信ができなくなった場合には、大きめのネットをdroneにかぶせ、プロペラの動作を阻害する。drone内部のプログラムによって、モーターの動作が何かしらの原因によって阻害された場合、すべてのモーターが停止するようになっているため、その機能を応用することによってdroneの動作を停止させることができる。</p> <p>また、当日、牧場の環境により、自作プログラムにてdroneを安全に制御することが困難であると、我々が判断した場合、ドローンに付属しているソフトウェアによる飛行に切り替える場合がある。</p>			
計数処理 (○で囲んでください)	空撮後(中)目視による計数	空撮後プログラム計数	空撮オンライン計数	
	<p>本大会では、段ボールの中に入っているサッカーボールを検出する。というルールを生かし、より早く、より正確にボール検出を行う処理システムを構築した。以下に処理の流れを説明する。</p> <p>1.段ボール検出</p> <p>はじめに、空撮画像をもとに段ボールの検出を行う。段ボールの標準的な色のHSV値をもとに、その画像の中からその色が含まれている領域を検索し段ボールの色と思われるのみを抜き出し、それ以外を黒に塗りつぶし、その後二値化を行う。またこのとき照明の影響を必ず受けるためHSV値には余裕を持たせた。</p> <p>次に二値化した画像をもとにエッジ検出を行う。しかしこのエッジ検出では人間の目に見えるものよりも細かい境界まで検出してしまふことや、誤検出を多く含んでいるため、整理が必要になる。そこで、検出したエッジ線を直線近似する。直線近似を行うことで多角形の図形が多く検出できるため、</p>			

その多角形の図形たちから4辺で構成されているものかつある程度の大きさがある四角形を見つけることで段ボールの検出に成功した。ある程度の大きさというのは、微小な領域の四角形を除くために設けた基準である。

最後に検出した段ボールの画像を元画像から切り出し、この画像からボールを探す段階に移行する。以下に処理の流れを画像を用いて説明する。



- ①では、撮影した画像をHSV変換している。
- ②では段ボールの色に近いHSV値を持つ色のみを抜きだし、それ以外の色を黒に置き換えている。
- ③では②で変換した画像を二値化している。
- ④では③の画像をもとにエッジ検出を行っている。
- ⑤ではその画像を元に直線近似を行い、ある一定以上の大きさを持つ四角形を探し検出している。

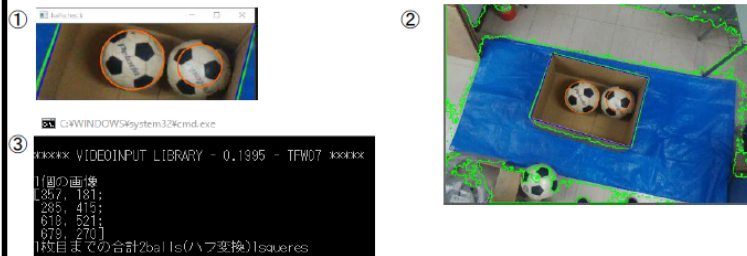
2. ボール検出

1節で検出された画像から、ボールが入っているかどうか、入っているなら何個入っているかを求める。本システムではボールの検出にハフ変換を用いた。ハフ変換とは二値化している画像にラドン変換を行うことである。ハフ変換を用いることで個数や色に関係なく、円を検出することができる。しかし、ハフ変換には問題点も存在する。一つ目は計算時間である。変換にかけられる画像の解像度が高ければ高いほど計算時間がかかってしまう。二つ目は検出率の問題である。照明の明るさの影響を大きく受けてしまうので、円検出に失敗する可能性や、存在しない偽の円を大量に検出してしまうことがある。これらの問題を解決するために以下のような手法で問題を解決した。

一つ目の計算時間は段ボールの内部のみにハフ変換を行うことにし、検索する画素数を半分にした。この手法を行うことでこれまで問題になっていた計算時間だけで数分から数十分かかっていたところを数秒で終わらせることに成功した。

二つ目の検出率の問題であるが、ハフ変換を複数回違うパラメータで行いそれぞれを比較し、その中でもっとも妥当なものを推定するシステムを構築することでこの問題を解決した。

以下に処理の流れを画像を用いて説明する。



①では、1節の⑤で検出した段ボールの画像を抜き出しハフ変換を行った結果画面である。ここで、複数回のハフ変換を行っているが、内部でどの変換がここでは正しいのか推定が行われている。その結果この検出が一番正答に近いという結果になり、このオレンジ色の線が表示されている。

②ではその検出結果を全体の画像に反映させた結果である。

③では、コマンドプロンプト画面である。入力された画像の数、検出された四角形の座標、これまでに検出された合計のボール数と四角形の数がここに表示されるようになっている。

予定飛行時間	約 7 分
その他（特に工夫したことなどがありましたら記入してください）	

所属	函館工業高等専門学校			
チーム名	函館高専 鈴木研究室			
参加者名	宮地 駿	鈴木 学		
ドローンの機種	Parrot AR. DRONE2.0			
飛行方法 (○で囲んでください)	<input checked="" type="radio"/> 手動	<input type="radio"/> 半自動	<input type="radio"/> 自動	<input type="radio"/> その他(自律など)
	Wifi 通信によってスマートフォンからドローンを操縦する。操縦するためのスマートフォンアプリは AR. DRONE2.0 のものをそのまま使用している。			
計数処理 (○で囲んでください)	空撮後 (中) 目視による計数	空撮後プラグラム計数	<input checked="" type="radio"/> 空撮オンライン計数	
	<p>開発環境 : Windows Python OpenCV KodakSP360</p> <p>KodakSP360 は所謂 360° カメラである。MicroSD に録画出来る他、Wi-Fi を通して PC 又はスマホにリアルタイム映像を送ることが出来る。これをドローン下部に装着し、空撮を行う。</p> <p>空撮の際、専用アプリを用いるためリアルタイム処理が困難だった為、多少強引だが仮想 Web カメラを通してデスクトップキャプチャを行った。キャプチャ映像に Python+OpenCV を使って画像処理を行い、サッカーボールを計数する。</p> <p>画像処理は主に、エッジ処理のキャニーアルゴリズムを用い、ボール検出に円のハフ変換を行うことで“サッカーボール“ではなく円として検出している。キー入力で計数と撮影を同時に行い、現在の計数はコンソール上にて表示される。</p>			
予定飛行時間	約 9分			
その他 (特に工夫したことなどがありましたら記入してください)	<p>①360° カメラを使用している為、VR 映像風味でリアルタイム空撮できる。</p> <p>②パラメータをいじればコイン (円ならなんでも) の数も数えられる。</p>			

所属	北海道情報大学			
チーム名	ずけんと 3Sと3Dドローン			
参加者名	鈴木 健太			
ドローンの機種	DJI INSPIRE 1			
飛行方法 (○で囲んでください)	<input checked="" type="radio"/> 手動	<input type="radio"/> 半自動	<input type="radio"/> 自動	<input type="radio"/> その他(自律など)
	半自動及び自動の場合は、その方法を記入してください (例えば、購入先のドローンに付属したソフトウェアによるプログラム飛行、オープンになっているドローンの飛行プログラム、自作によるプログラミング、等)			
計数処理 (○で囲んでください)	空撮後 (中) 目視による計数	<input checked="" type="radio"/> 空撮後ブラクラム計数	空撮オンライン計数	
	パターン処理を行っている場合は、その方法を記入してください (例えば、ウィンドウを設定し、ウィンドウのスクリーンによりテンプレートマッチングを拡大縮小処理を行いつつ実施している、パターン処理にニューラルネットワークを使用した機械学習を採用している、その前処理にエッジ検出を行っている、等) OpenCVによる円形の抽出			
予定飛行時間	約 10 分			
その他 (特に工夫したことなどがありましたら記入してください)	幅江ミレト環境において撮影最適モード、撮影最適ISO他 最適画像認識パラメータの事前実施			

所属	北海道大学ロボティクス・ダイナミクス研究室		
チーム名	RD技研		
参加者名	上野貴希	佐久間優	山口貴大
	李宝祥	朱承儒	山口正光ピヨトル
ドローンの機種	Parrot Bebop2		
飛行方法 (○で囲んでください)	手動	半自動	自動
	<p>半自動及び自動の場合にその方法を記入してください (例えば、購入先のドローンに付属したソフトウェアによるプログラム飛行、オープンになっているドローンの飛行プログラム、自作によるプログラミング、等)</p> <p>Robot Operating System (ROS) を使用して速度制御を行う。その際、Coverage path planning (網羅的経路生成) を行い、画像から位置を補正する。ARマーカーによる安全装置も使用する可能性がある。</p>		
計数処理 (○で囲んでください)	空撮後 (中) 目視による計数	空撮後プラグラム計数	空撮オンライン計数
	<p>パターン処理を行っている場合は、その方法を記入してください (例えば、ウィンドウを設定し、ウィンドウのスキャンによりテンプレートマッチングを拡大縮小処理をいくつか実施している、パターン処理にニューラルネットワークを使用した機械学習を採用している、その前処理にエッジ検出を行っている、等)</p> <p>画像処理および計数にROSおよびopen CVを使用している。ドローンのカメラの映像をリアルタイムで取得し、用意したボール検知システムを通して計数を行う。 画像処理の流れは以下の通り。 1. イメージ取得 2. メディアンフィルターにより外れ値除去 4. HSVに変換後、閾値処理により青以外の部分を抽出 5. Canny法によるエッジ検出結果を二値画像化 7. 二値画像から段ボールの検出 8. 段ボールの領域内で円検出 (ガウシアンフィルターによりロバスト化) 9. 計数後、結果を保存</p>		
予定飛行時間	8分程度		
その他 (特に工夫したことなどがありましたら記入してください)	<p>ORB-SLAMにより自己位置推定と地図生成を行い、完全自律走行が可能かどうか検討を行った。特徴点がある環境であれば画像情報のみで正確に地図を生成することができ、これにより、最適な経路の生成とその経路に沿った自律移動が可能になる。また、計数対象がサッカーボールでなく乳牛の場合には、計数の精度向上のため、画像処理により動的物体である乳牛のトラッキングを行う必要があると考えられる。</p>		

所属	北大+サーバートラスト			
チーム名				
参加者名	賀川	田上		
ドローンの機種	3D Robotics Solo			
飛行方法 (○で囲んでください)	<input checked="" type="radio"/> 手動	<input type="radio"/> 半自動	<input type="radio"/> 自動	<input type="radio"/> その他 (自律など)
	半自動及び自動の場合は、その方法を記入してください (例えば、購入先のドローンに付属したソフトウェアによるプログラム飛行、オープンになっているドローンの飛行プログラム、自作によるプログラミング、等)			
計数処理 (○で囲んでください)	空撮後 (中) 目視による計数	<input checked="" type="radio"/> 空撮後プログラム計数	空撮オンライン計数	
	パターン処理を行っている場合は、その方法を記入してください (例えば、ウィンドーを設定し、ウィンドウのスキャンによりテンプレートマッチングを拡大縮小処理を行いつつ実施している、パターン処理にニューラルネットワークを使用した機械学習を採用している、その前処理にエッジ検出を行っている、等)			
	必要に応じて、枠を広げてください。			
予定飛行時間	約 10 分			
その他 (特に工夫したことなどがありましたら記入してください)				

所属	北見工業大学			
チーム名	チームCSI			
参加者名	鈴木育男	堀江健太		
ドローンの機種	DJI Phantom3 Standard			
飛行方法 (○で囲んでください)	<input checked="" type="radio"/> 手動	<input type="radio"/> 半自動	<input type="radio"/> 自動	<input type="radio"/> その他 (自律など)
	<p>半自動及び自動の場合は、その方法を記入してください (例えば、購入先のドローンに付属したソフトウェアによるプログラム飛行、オープンになっているドローンの飛行プログラム、自作によるプログラミング、等)</p> <p>操縦歴：1週間 (抱負：墜落しないように頑張ります。)</p>			
計数処理 (○で囲んでください)	空撮後 (中) 目視による計数	<input checked="" type="radio"/> 空撮後プログラム計数	空撮オンライン計数	
	<p>パターン処理を行っている場合は、その方法を記入してください (例えば、ウィンドーを設定し、ウィンドウのスキャンによりテンプレートマッチングを拡大縮小処理を行いつつ実施している、パターン処理にニューラルネットワークを使用した機械学習を採用している。その前処理にエッジ検出を行っている、等)</p> <p>開発言語：C++ 外部ライブラリ：Open CV</p> <p>【計数の手順】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 空撮データをPCにダウンロードする。 2. 空撮データを再生し、人間が目視ながら適切なテンプレートを探し出す。 テンプレート対象に対してウィンドウをマウスにより設定し、作成する。 3. 空撮データを再度、再生しながら対象物に対する適切な閾値を設定する。 4. 1～3の処理により得たパラメータを使用し、テンプレートマッチングにより対象物を計数計測する。 <p>【計数プログラムの特徴】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・フレーム中の対象物は、テンプレートサイズの1/2以上の変化がなければ同一の物体として識別し、カウントを行わない。 ・ただし、一度フレームアウトした後、再度、フレームインしたものは別の対象物と判断して、二重にカウントされてしまう。 			
予定飛行時間	約 10 分			
その他 (特に工夫したことなどがありましたら記入してください)				