

## ロボットの構成

弊サークルではハードウェアからの水中ロボットの開発を行っているが、今回はソフトウェアに注力することを目的として、Mark3機体を採用した。スラスタは6基構成とし、z軸方向に4基、x軸方向に2基搭載している。チームメンバーの開発経験の都合上、メインマイコンをArduinoからSTMマイコンを搭載したNucleoボードに切り替えている。ロボットにはIntel社のRealSense d435が搭載されており、可視光カメラの画像だけでなく、距離カメラ画像、加速度の取得が可能である。ロボットの制御は全て地上のPCが行っており、ROSを使用している。また、ロボットには二つのダイバー用ライトが搭載されている。実験の結果、周辺光の状況によりオブジェクトの見え方は大きく異なることが分かった。外乱光の影響を避けつつ、オブジェクト判別の成功率を高めることを目指している。

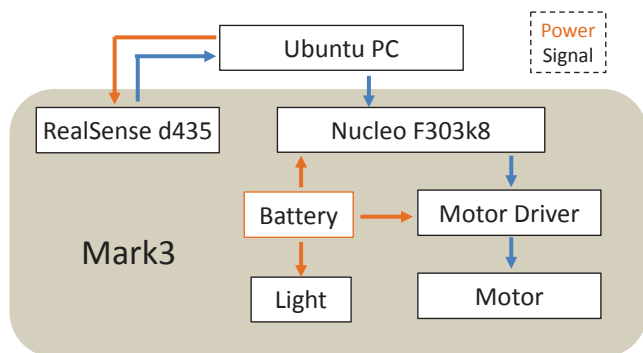


図1 ロボットの基本構成

## RealSense距離計測カメラの利用

RealSenseでは、赤外線カメラ2台を利用して視差を考えることで、目標物体までの距離を計測することが可能である。これにより、可視光のみでは判別が難しい青色の風船を取得できる。また、壁や段差等の検出も可能である。しかし、実験により水中で用いると測定画面にノイズがのることが分かった。これは、プールの水が赤外線を乱反射していることによると考えられる。また、取得した距離データは実際の距離との誤差が大きい傾向にある。そのため、可視光カメラで得られる情報と、相補的に利用しどちらかに一方的に依存する場面が生じないように工夫する。

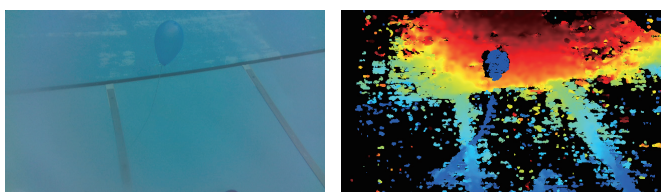


図2 青風船の撮影画像(左/可視光, 右/距離画像)

## オブジェクト検出アルゴリズム

風船の検出では、概ね以下の処理を実施している

- ・ 取得画像の加重平均をとる
- ・ エッジ検出アルゴリズムの適用
- ・ Hough変換による円形の探索
- ・ 円形候補中心点の色彩を取得
- ・ 探索対象の色彩と一致していれば、目標として設定

## ロボットの動作計画

ロボットがタスクをこなす上で非常に重要な情報の一つが自己位置である。しかし、水中では高精度の自己位置推定は難しいと考えられる。そこで、主に自己位置情報の貢献度を変更しながら、当日の状況に応じた制御を選択することとした。

基本的にロボットは加速度センサによるフィードバックを使用して一定深度にとどまる。まずロボットは360度回転してその深度内に存在するべき色の風船を探索する。発見されれば直ちに風船を割る動作に移行、発見できなければ方向を変え、直進して後探索を再開する。壁や段差を検知した場合も方向を変えて探索を続行する。

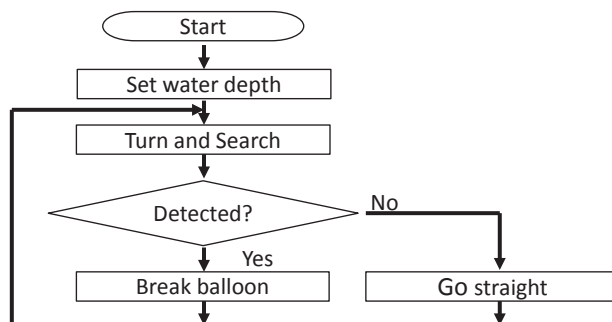


図3 ロボットの基本動作

第一の自己位置補正は、一定期間ごとに行われる水深の補正である。一度プールの底まで潜水し、ロボットの水深を固定したのち、加速度センサを用いて目標の水深まで浮上する。

第二の自己位置補正としては、壁の情報をを用いたSLAMが考えられる。競技エリアを30cmごとの格子に区切り、それぞれにロボットの存在確率を与える。加速度センサの情報から逐次存在確率を更新し、壁に遭遇すると壁際の格子のどこかに存在するとして、推定が可能になる。この情報を用いて、ロボットが風船のあるエリア外に出ないようにコントロールできる。

第三の自己位置補正として、風船の情報を記録していくことが考えられる。これはカメラ画像内に風船が存在した場合、これをランドマークとして登録しておき、自己位置の補正に使用するものである。また、一つ風船を割った後、次に割る風船まで効率的に到達することが可能となる。