

GPSを利用した 自律型ラジコンカーの製作

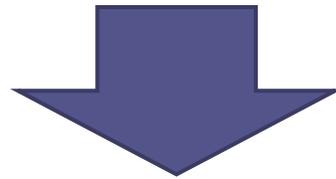
0821032 品川小百合
指導教員 久保信明

目次

- 研究背景
- 研究目的
- プラットフォーム
- アルゴリズム
- GPSの精度
- ロボットカーコンテスト
- まとめ

研究背景

- 自律型ロボットの製作が活発化
- 被災した地域での無人車の制御など



- まずはGPSを用いた自律制御可能なプラットフォームで複数の目的地に順番に誘導する

研究目標

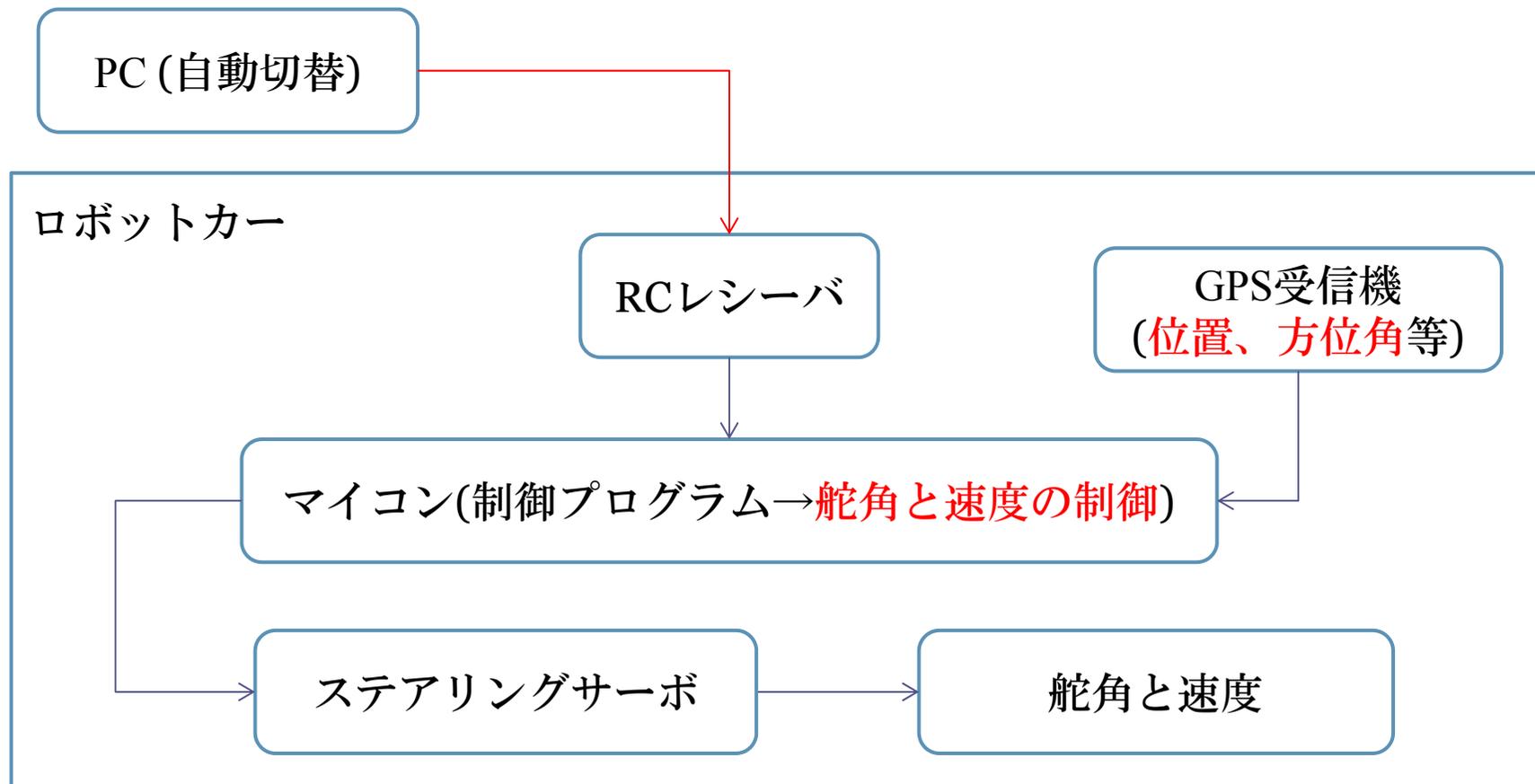
- 将来的な展望
(何か目的をもった自律航行：海中探査等)
(1番の目標は小型ラジコンボートの自律航行)
- 自律制御可能なプラットフォームの制作制御
- GPS/GNSSシンポジウム2011で開催される
ロボットカーコンテストに出場する事
- ロボットカーコンテスト出場の走行結果から改善点を考え、評価すること

プラットフォームの概要

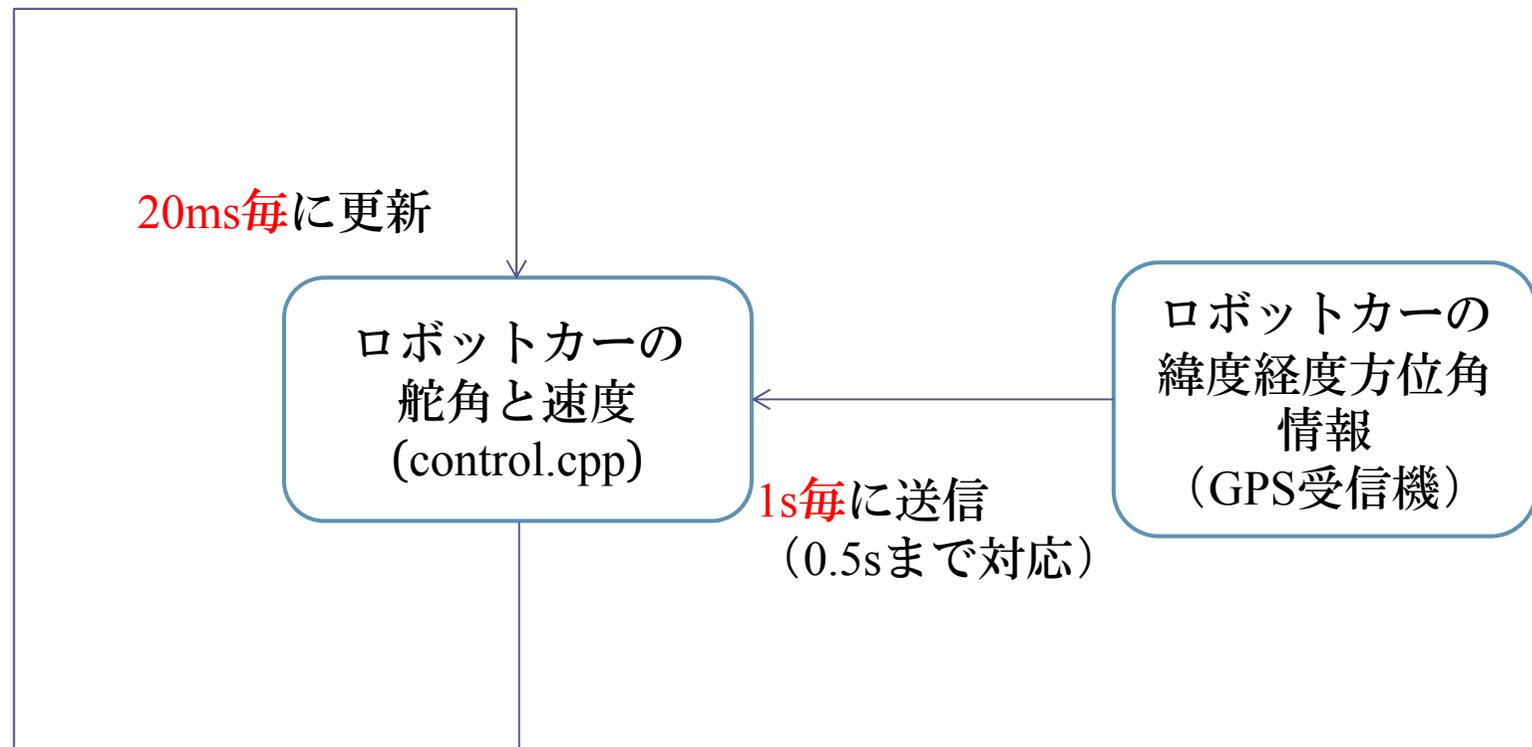


- マイコン：モータを始めとしたハードウェアへのインターフェース、受信機からの位置情報受け取り、現在地から目的地までの距離および方位を算出（プログラムはmbed上で書き込み）
- GPS受信機：ロボカーの位置情報をマイコンに送る
- 開発効率をあげるため、マイコン部分のみゼノクロス社に依頼

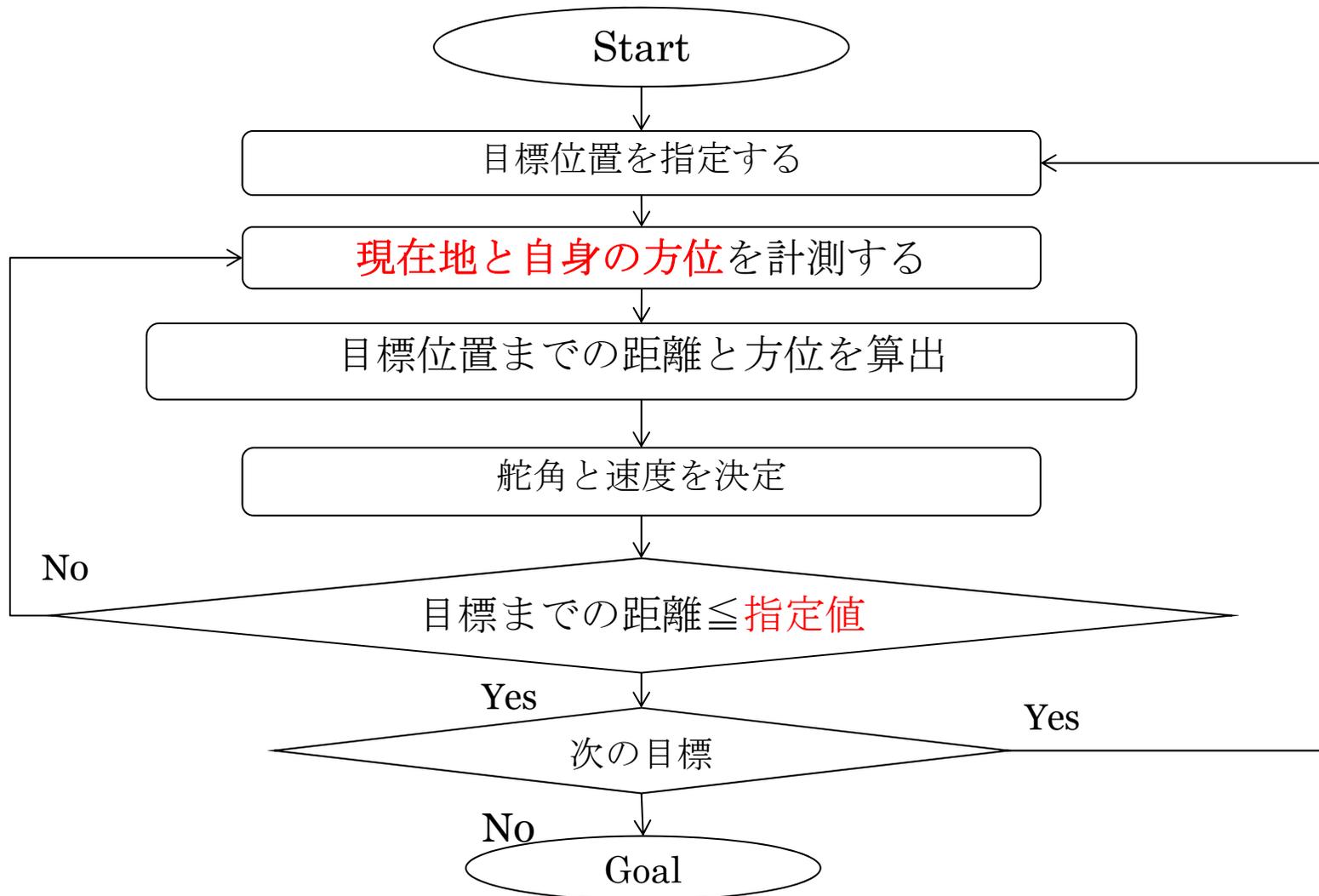
プラットフォームの模式図



プラットフォーム(マイコン)



アルゴリズム(control.cpp)



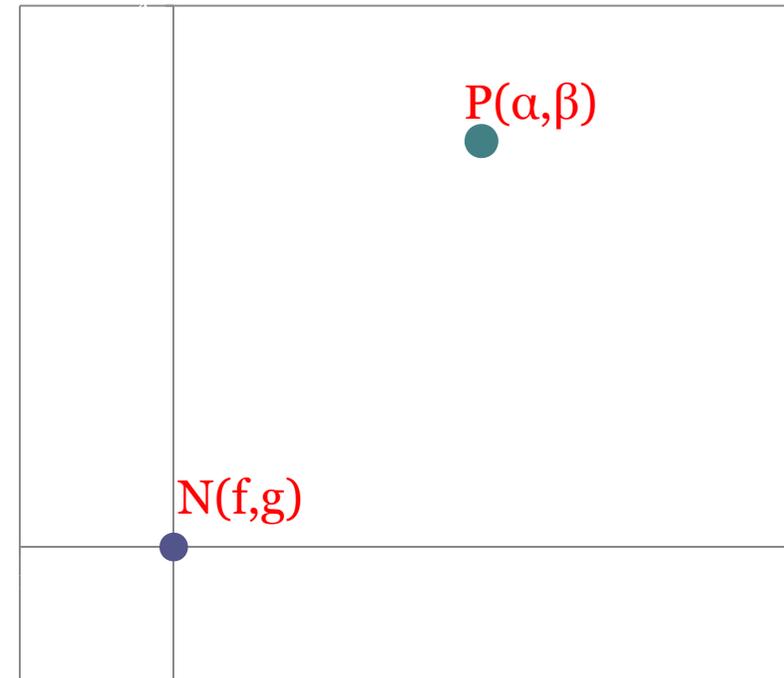
目標位置指定と現在位置計測 (設定した目標位置とGPS計測した現在地)

目標位置 (緯度, 経度)

$$= P(\alpha_1, \beta_1)$$

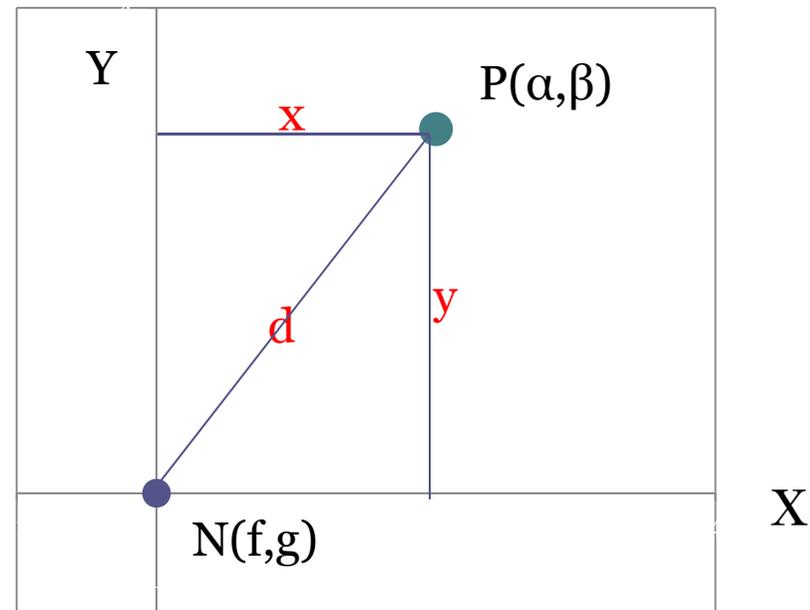
現在地 (緯度, 経度)

$$= N(f, g)$$



目標位置までの距離計測 (現在地~目標位置間の距離)

- X方向の距離(m)= x
- Y方向の距離(m)=y
- 現在地~目標位置(m)=d
- 緯度一度間の距離(m)
=111319.49 とすると



$$y = (\alpha - f) \times 111319.49$$

$$x = (\beta - g) \times \cos(f \times \pi \times 180) \times 111319.49$$

$$d = \sqrt{x^2 + y^2}$$

方角計測①

(現在地から目標位置への方位)

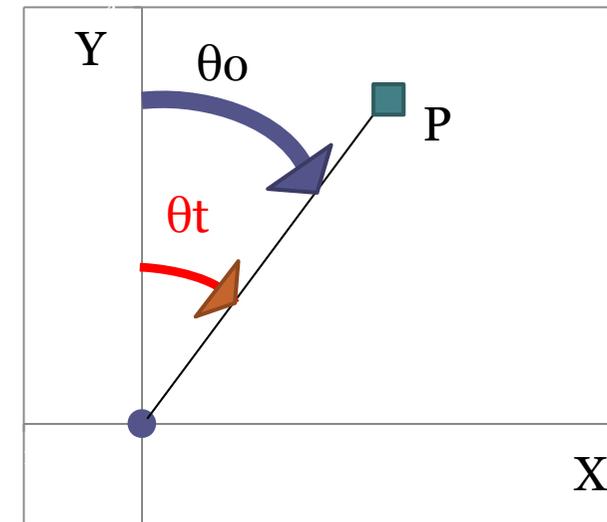
- 現在地から目標位置の方位角(rad)= θt
- 真北を基準とし、 $0 \leq \theta t < 2\pi$

$$\theta_o = \arctan\left(\frac{x}{y}\right) \quad \text{とし、}$$

目的位置が現在地に対して

($x \geq 0, y \geq 0$)に位置するならば

$$\Rightarrow \theta_t = \theta_o$$



方角計測② 4象限での場合分け (現在地から目標位置への方位)

- 現在地から目標位置の方位角(rad)= θ_t
- 真北を基準とし、 $0 \leq \theta_t < 2\pi$

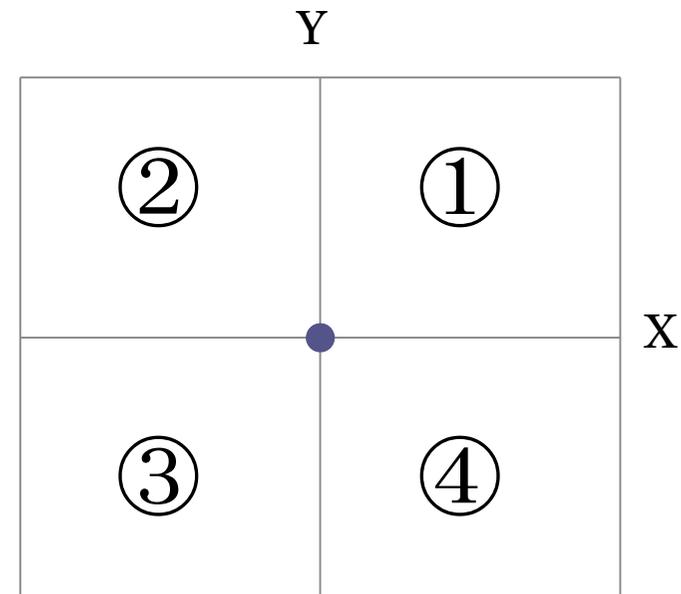
$$\theta_o = \arctan\left(\frac{x}{y}\right) \quad \text{とすると、}$$

目標位置が現在地に対して、

$$\text{①に位置} \Rightarrow \theta_t = \theta_o$$

$$\text{②に位置} \Rightarrow \theta_t = 2\pi + \theta_o$$

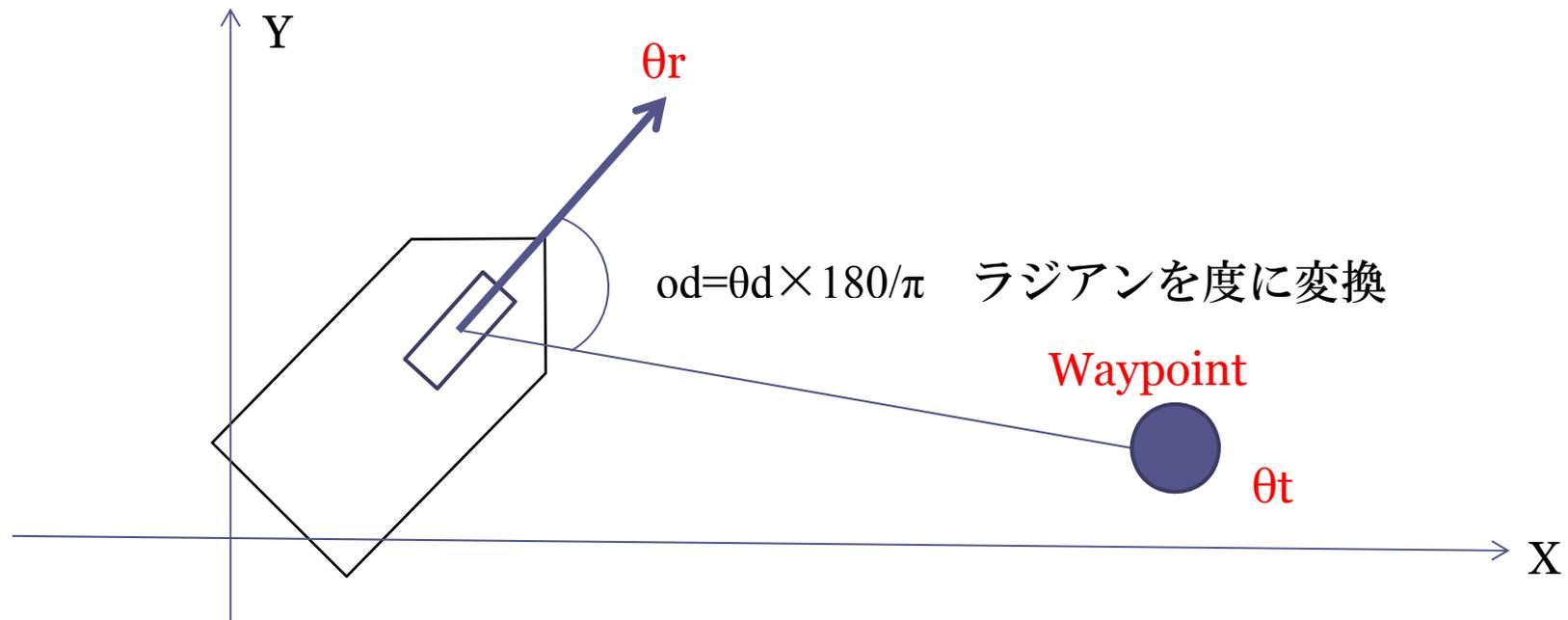
$$\text{③、④に位置} \Rightarrow \theta_t = \pi + \theta_o$$



方角確認と舵角決定①

(車の正面方位と目的方位との差)

- ロボカーの正面の向き(rad)= θ_r
- θ_r から θ_t までの差(rad)= θ_d
- 車の正面から目的地までの角度= θ_d



方角確認と舵角決定②

(車の正面方位と目的方位との差)

- ロボカーに設定する舵角=S
- 車の正面から目的地までの角度=od

このSとodが異なることに注意!

- ゲインKを設定し、
$$S = \pm A \times \frac{|od|}{180} \quad K = \frac{|od|}{180}$$

- Aは定数で±側の方位に符号が対応。Aの値はラジコンカーへの舵角設定量と実際の曲がり方を繰り返しテストし決定
- ゲインを設定した理由は曲がりすぎないようにするため。進行方向逆のターゲットで、K=1

舵角決定

(実際にはod値にある程度の幅(±9度)をもたせている)
舵角(右、左、直進)を決定する

$od \leq -9 \Rightarrow$ 舵角左

$od \geq 9 \Rightarrow$ 舵角右

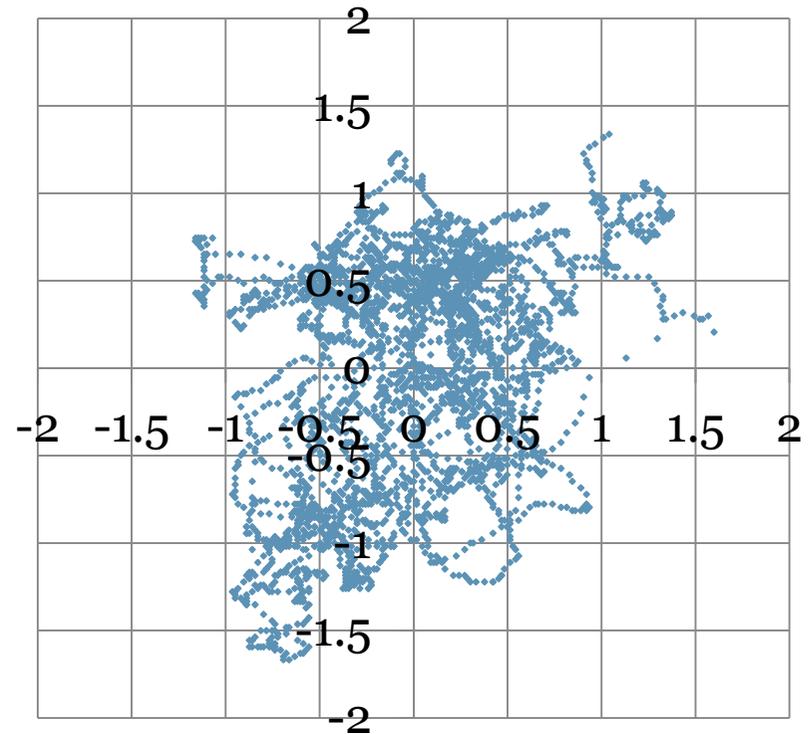
$-9 < od < 9 \Rightarrow$ 舵角正面

±9度未満では直進を指示している

- $d \leq 2 \text{ m}$ の時は 次の目的地に設定を変更する
- この作業を20ms毎に繰り返している

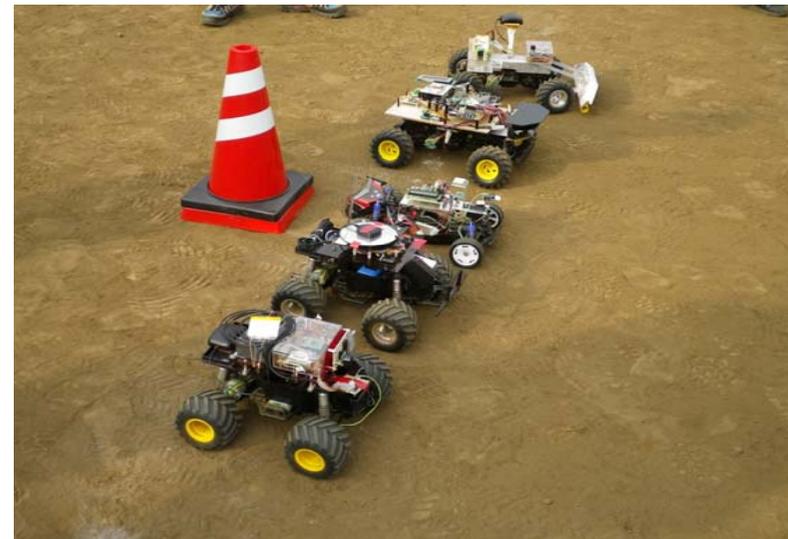
GPSの精度

- 2011年11月24日1時間のデータ
(1Hzで観測データ取得)
- 東京海洋大学越中島キャンパス第四実験棟屋上の24時間の静止データ
- ±2mの誤差しかない
- 精度がいい事がわかる
- これを用いてロボットカーの誘導を行った



ロボットカーコンテスト

- 測位航法学会主催の5回目のコンテスト
- 平成23年11月5日(土曜日)に開催
- 東京海洋大学品川キャンパス
- サッカーグラウンドにて
- 参加は5チーム
- 通過点の半径2m以内を通る
- 各通過点で5秒以上停止すると高得点
- コーンに接触しなければ良し
- より速くゴールに着く

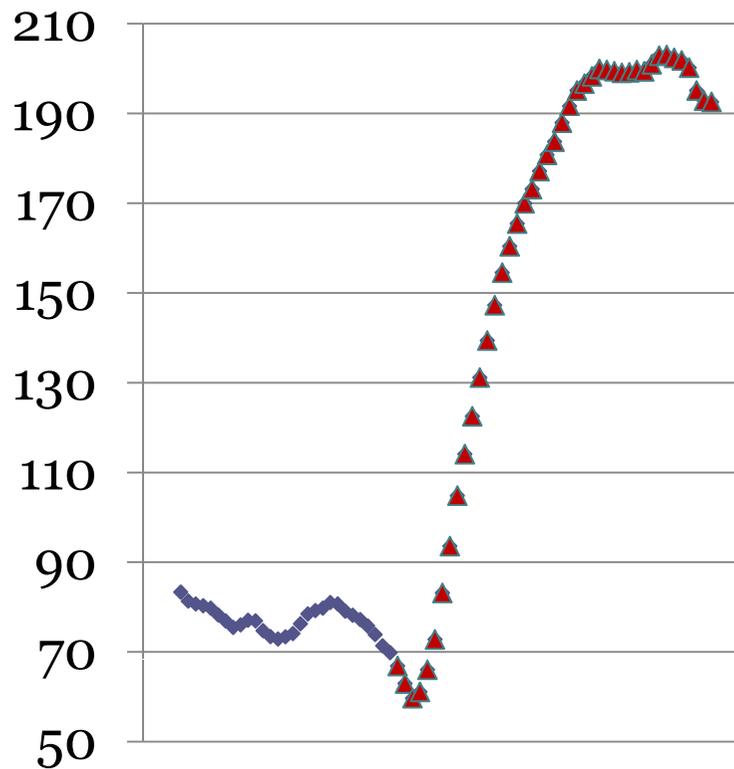


コンテストの軌跡をgoogle-earthと 照合

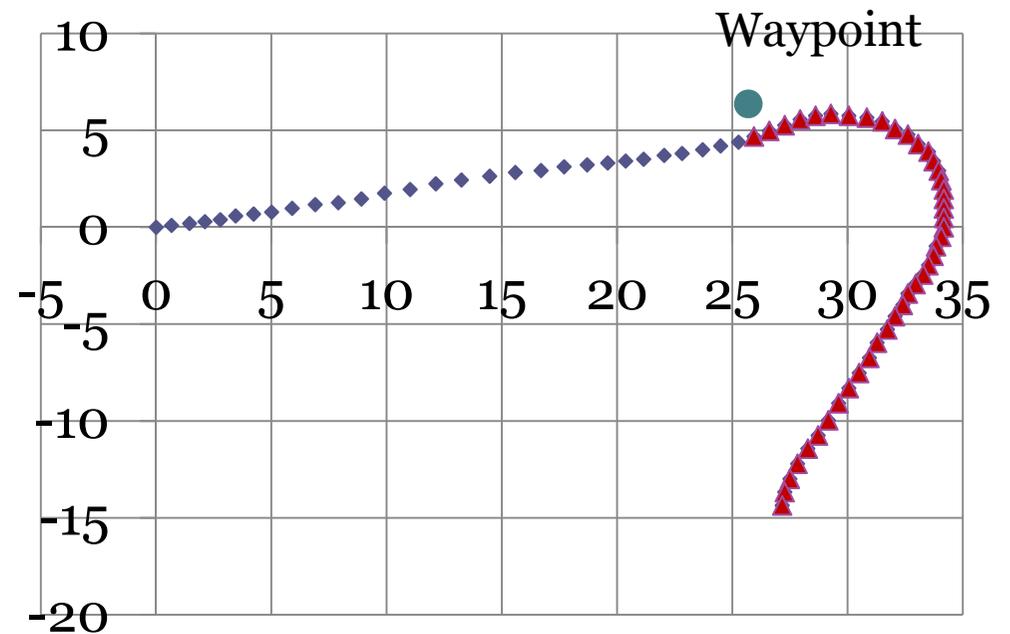


ロボカーの向きと移動(約70秒)

ロボットカーの正面方位(度)



ロボカーの軌跡(m)



コンテストの結果

- ぶっつけ本番だったが理想的な軌跡を描いた
→操舵と速度を変化させる量が妥当であった
- ポイントで停止させるプログラムが間に合わず
- スムーズに動いていた
- 最初から最後まで経過時間が最短であった
→結果は2位（5チーム中）

まとめ

- 位置情報の精度は確実に高くなっているが
所々、跳んでいるところがある
→位置情報が跳んだ時に何らかの対処ができるといい
- ステアリングを固定しておく
→思うような方向に進まない
- ロボカーの走行する地面の状況に応じて操舵係数と速度等を変化させる必要がある

今後の課題

- センサーの充実
→今回は特に近傍センサーの必要性を実感した
- GPSによる位置情報の平均化または飛びの検出
→位置情報が跳ぶ時に対処できる
- スムーズな速度及び操舵量の変化
→地形に応じて速度変更できるといい。できれば走行しながら自身の操舵係数や速度等を自動的に設定できるとベスト

発表終了

- 以上で発表を終わります
- 御清聴ありがとうございました