コンピューターのスクリーンショット

自動的に生成された説明小さい, 手押し車, 座る, 部屋 が含まれている画像

自動的に生成された説明

自立走行ロボット運用システム

プロジェクト演習4 製作課題　最終レポート

情報工学科　R4A　R18E1002　正元　淳也

石橋

馬場

佐々木

内容

[概要　正元 3](#_Toc95081691)

[作品の特徴　正元 3](#_Toc95081692)

[開発動機　正元 3](#_Toc95081693)

[外部仕様　正元 3](#_Toc95081694)

[ローバ　馬場 3](#_Toc95081695)

[操作用アプリケーション　正元 3](#_Toc95081696)

[メインページ 4](#_Toc95081697)

[マニュアル操作モード 4](#_Toc95081698)

[自動走行モード 5](#_Toc95081699)

[内部設計 5](#_Toc95081700)

[システム構成図　石橋 5](#_Toc95081701)

[Ngrok　石橋 6](#_Toc95081702)

[ローバ 8](#_Toc95081703)

[概要 8](#_Toc95081704)

[部品選定 8](#_Toc95081705)

[ハードウェア設計　馬場 8](#_Toc95081706)

[回路図　石橋 8](#_Toc95081707)

[使用部品　馬場 10](#_Toc95081708)

[ソフトウェア設計 10](#_Toc95081709)

[基準局　石橋 10](#_Toc95081710)

[概要 10](#_Toc95081711)

[サーバ　正元 11](#_Toc95081712)

[概要 11](#_Toc95081713)

[Apache2.0 11](#_Toc95081714)

[開発環境 11](#_Toc95081715)

[ローバ　Raspberry Pi 11](#_Toc95081716)

[ローバ　Raspberry Pi pico 11](#_Toc95081717)

[基準局 Raspberry Pi 11](#_Toc95081718)

[Webサーバ Raspberry Pi 11](#_Toc95081719)

[作品評価 11](#_Toc95081720)

[まとめ 11](#_Toc95081721)

[操作説明 11](#_Toc95081722)

[参考資料 11](#_Toc95081723)

# 概要　正元

プロジェクト演習４の製作課題として、自立走行ロボット運用システム「panda」の開発を行った。

これの開発目的や設計について記述する。

# 作品の特徴　正元

屋外を走行するロボットを、PCやスマートフォンでどこからでも操作できるシステムである。

このシステムは、ローバと操作用 WEBアプリケーションで構成される。

WEBアプリケーションではローバの視点や位置情報をマップで確認できる。

また、ローバを前進後退・左右旋回させる遠隔操作するマニュアル操作モードや、設定した目的地までローバを自動走行させる自動走行モードがある。

ローバはGPS測位RTK法を行うことで、cm単位での自己位置測位ができる。

これにより、ローバは自動走行モードにて誤差±20cmと精密に目的地まで走行できる。

# 開発動機　正元

日本内閣府が策定したSociety5.0の方針の一つに、「ロボットや自動走行車などの技術で人の可能性が広がる社会」を目指すとある。

この方針をもとに、自動走行ロボットの研究開発が盛んにおこなわれている。

数ある自動走行ロボットの共通点は、「目的地まで自分の力で行く」ことである。これを基盤として、畑を耕したり、物を運んだりする機能を付けることによって人の可能性が広がる社会を目指している。

そこで、様々な自動走行ロボットの基盤となる「誰でもどこからでも使いやすく、目的地まで精密自立走行できるシステム」を目標としてpandaの開発に着手した。

# 外部仕様　正元

屋外を走行するローバを、インターネット経由でPCやスマートフォン等様々なデバイスで、操作用アプリケーションにて遠隔でマニュアル操作やローバの目的地設定を行う。

ローバと操作用アプリケーションに分けて、見た目や操作方法について述べる。

## ローバ　馬場

## 操作用アプリケーション　正元

操作用アプリケーションとは、PCやスマートフォン等様々なデバイスで使用できる、ローバを操作するためのWEBアプリケーションである。

操作アプリケーションは「メインページ」、ローバを遠隔で前進・後退・左右旋回させる「マニュアル操作モード」、ローバの目的地を設定し、目的地まで自動走行させる「自動走行モード」の3つのページで構成される。

各ページ上部にナビゲーションバーを配置する。ナビゲーションバーには各モード移動するためのボタンとローバの緊急停止ボタンを配置する。

ローバの緊急停止ボタンを常に配置することで、意図しない動作が行われた際にすぐに停止できるようにする。

### メインページ

上部ナビゲーションバーのpandaアイコンを押すことでメインページに移行する。

メインページには、ローバの視点と現在位置や進行方角等のステータス、そしてGoogle Mapsを表示し、ローバの現在位置をGoogle Maps上にアイコンにて示す。

ローバの現在位置などのステータスは1秒ごとに更新される。

グラフィカル ユーザー インターフェイス, Web サイト

自動的に生成された説明

図 1　メインページ

### マニュアル操作モード

上部ナビゲーションバーのゲームパッドアイコンを押すことでマニュアル操作モードに移行する。

マニュアル操作モードでは、メインページに上下左右ボタンを追加する。

上下左右ボタンを押すことで、ローバに前進・後退・左右旋回の動作をさせる。

より直感的な操作を実現するために、ボタンを押している間は各種動作を継続して行い、ボタンを離すことでローバを停止させる。

グラフィカル ユーザー インターフェイス

自動的に生成された説明

### 自動走行モード

上部ナビゲーションバーのピンアイコンを押すことで自動走行モードに移行する。

自動走行モードでは、メインページに目的座標を設定するためのテキストボックスやボタンを追加する。

Google Maps上をタップするか、テキストボックスに緯度経度を入力した後にsetボタンを押すことで、ローバの目的地を設定できる。

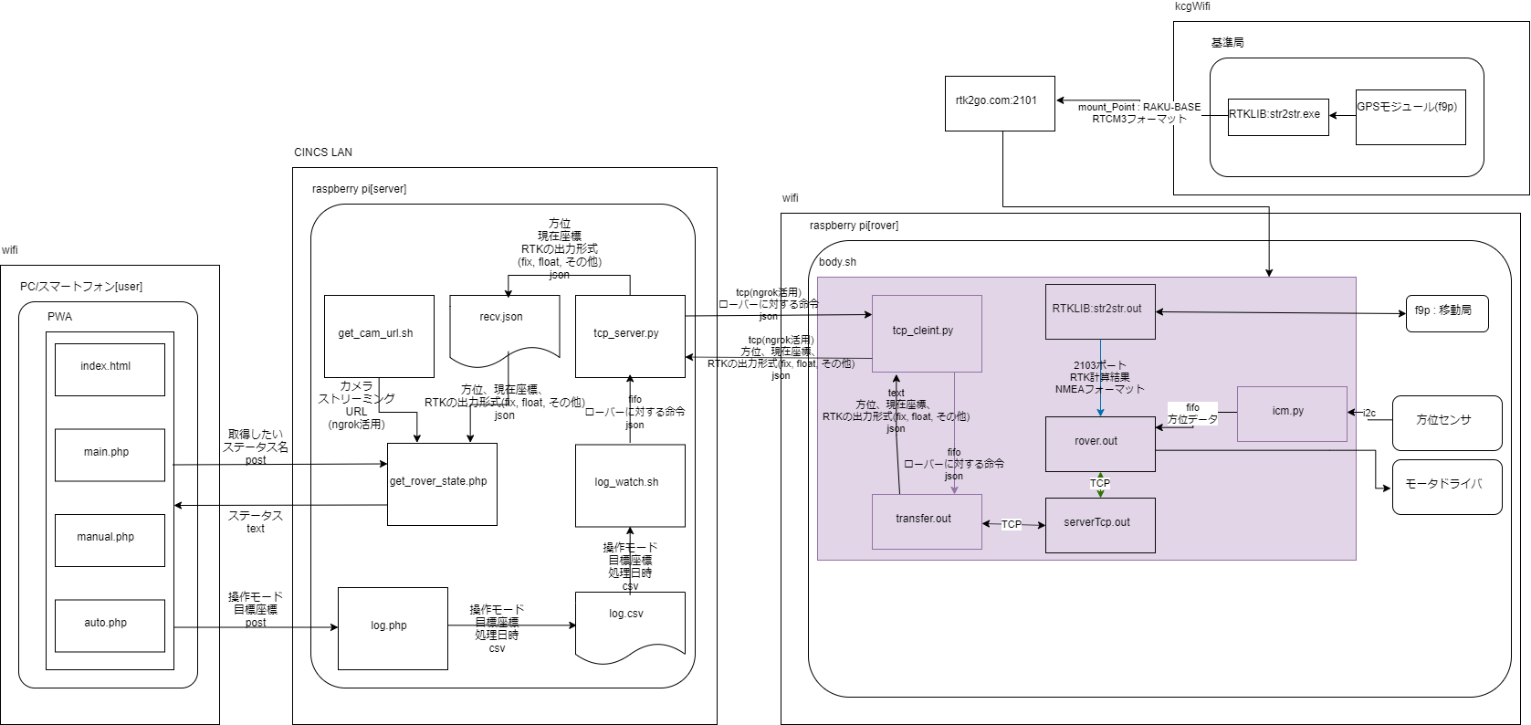
また、目的地がどこか分かりやすくするために、Google Maps上にアイコンを立てる。

Google Mapsを操作するうちにアイコンが何処にあるか分からなくなることが想定されるので、それぞれのアイコンを中心座標としてGoogle Mapsを表示しなおす、roverボタンとtargetボタンを設置する。



# 内部設計

## システム構成図　石橋



### Ngrok　石橋

屋外のどこからでも操作用ページに接続できるようにするためにNgrokを利用した。

無料版NgrokはURLを固定することができないので、slackを活用して、操作用ページのURLを共有するようにした。

無料版Ngrokはメールアドレスを登録することで、ランダムなURL、ポートでのHTTP、TCPトンネルを作ることができ、ssh接続を行いコロナウイルスが流行する中でも、自宅から作業を行うことができた。

Ngrokサーバ一つにつき1つのNgrokプロセスを通して、4つのトンネルを作ることができる。

Ngrokサーバは日本を含めて7つ存在する。よってNgrokはメールアドレスを登録することで最大28のトンネルを用意することができる。

下記は実際にNgrokを通して利用したポートである。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| rover | | | | | |
| mySSH\_rover | localhost:60022 | | | |
| remote\_rover(reomote Desktop) | localhost:3389 | | | |
| camera\_rover | http://localhost:8080 | | | |
| Server | | | | |
| mySSH\_server | | | | localhost:22 |
| tcp1\_server(サーバローバ間接続) | | | | localhost:8000 |
| Http\_server | | | | http://localhost:80 |
| Https\_server(操作画面) | | | | https://localhost:443 |
| Base | | | | |
| mySSH\_base | | localhost:22 | | |
| tcp1\_base(基準局データ) | | | localhost:2102 | |
|  | | |  | |

Ngrokは起動するたびにURLとポート番号が変化してしまうため、slackを活用してURLを共有できるようにした。

モニター画面に映る文字

自動的に生成された説明

上記は使用例である。

SlackをngrokURLを記録する掲示板として利用時に必要となるのは、bot用アクセストークンとメッセージ書き込み用トークン、書き込み先チャンネルIDである。

それぞれの取得方法と役割は下記のとおりである。

メッセージ書き込み用トークン

後述の書き込み先チャンネルIDを利用して、Botプログラムの起動状態を確認や自作プログラムからbot操作用メッセージの送信を行うことができる。

Bot用アクセストークン

Botプログラムはこのトークンを利用して、slackに投稿されたメッセージを読み込み、それに対応した動作やslackに返信を行う。

書き込み先チャンネルID

メッセージ書き込み用トークンをサポートし、プログラムによって送信されたメッセージの送信先を決定する。

メッセージ書き込み用トークンと同一ワークスペースであることが必須である。

## ローバ

### 概要

### 部品選定

#### カメラ　佐々木

#### Raspberry Pi pico 石橋

Picoは一系統のi2cラインに５つ以上のtofを接続した場合、i2cアドレスを取得できない。そこで、picoは2系統のi2cを持っていることを活かし、i2cに各3つのtofを接続することで6つのtofのデータを取得可能にいた。

また、tofのアドレスはtofがシャットダウンするたびにデフォルトアドレスに戻るため、picoが再起動するたびにtofのi2cアドレスを書き換える必要がある。

そして、6つのtofからローバの前後左右の一定距離に障害物があるかどうかを探索する。

picoとraspberry pi間の通信は4本の信号線をつなぐことで行った。例として、前に障害物があるときはpicoの1番の信号線をHIGHにする。そして、raspberry piが1番の信号線の変化を認識する。例に上げたような簡易的な方法でraspberry piは周囲の障害物を認識している。

Picoの開発はarduino IDEを利用して行った。そのため、tofを操作にはarduino用ライブラリが利用できた。

### ハードウェア設計　馬場

### 回路図　石橋

ダイアグラム, 概略図

自動的に生成された説明

全体回路図

ダイアグラム, 概略図

自動的に生成された説明

Raspberry Pi周辺回路

ダイアグラム, 概略図

自動的に生成された説明

Raspberry Pi Pico周辺のTof回路

グラフ

中程度の精度で自動的に生成された説明

電源、モータ中継回路

ダイアグラム, 概略図

自動的に生成された説明

電圧変換回路

### 使用部品　馬場

### ソフトウェア設計

## 基準局　石橋

### 概要

アンテナの座標と取得した衛生の観測データをRTCM3フォーマットでRTK2GO.comに送信している。

アンテナの座標は単独測量を２４時間行った平均値を座標としている。

GNSS衛生は２４時間の周期で航行しているので上記変動を含めて測量するには２４時間以上の測量が必要です。

・他のアンテナ座標の測定方法

１.最寄りの基準局の座標を利用してRTK即位を行う。

この方法は安定的に動作している基準局がなかったため、却下した。

2.国土地理院から提供される電子基準点情報を使う。

この方法ならば最も正確な座標を取得できる ため、不特定多数に利用してもらうためには恋の方法が最適である。しかし、リアルタイムRTK測量は成功させることができたが、後処理RTK測量には失敗し続けた。そのため、この方法を採用することができなかった。

・GPSモジュールF9Pのアンテナ測定設定

GPSモジュールの設定は常にu-centerというソフトで行う。

・GPSモジュールF9Pの配信設定

・RTK2GOのユーザ登録

登録にはユーザ名、メールアドレス、マウントポイント名が必須になる。マウントポイント名は既存のものと重複しては行けない。パスワードは空の場合ランダムで生成されるため、選択しませんでした。

登録確認メールに返信を行わなければ、数時間でマウントポイントが利用できなくなるので注意が必要になる。正式に登録が完了するまでは仮パスワードを利用する必要があり、仮パスワードはユーザ登録ページに記載されている。過去のブログと仮パスワードが違うことがあるので、利用時に確認する必要がある。正式登録が完了すると仮パスワードが利用できなくなり、利用していたシステムがエラーを出力するので、注意が必要になる。

## サーバ　正元

### 概要

### Apache2.0

## 開発環境

### ローバ　Raspberry Pi

### ローバ　Raspberry Pi pico

### 基準局 Raspberry Pi

### Webサーバ Raspberry Pi

# 作品評価

# まとめ

# 操作説明

# 参考資料