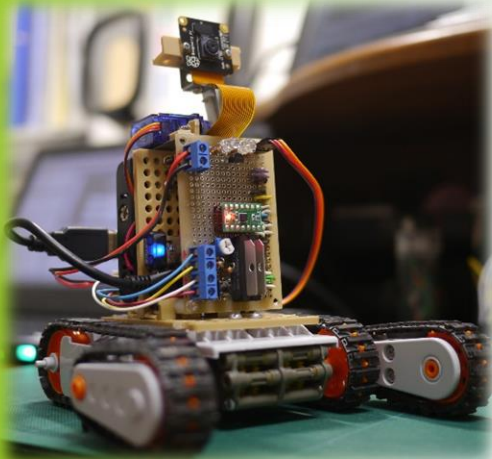
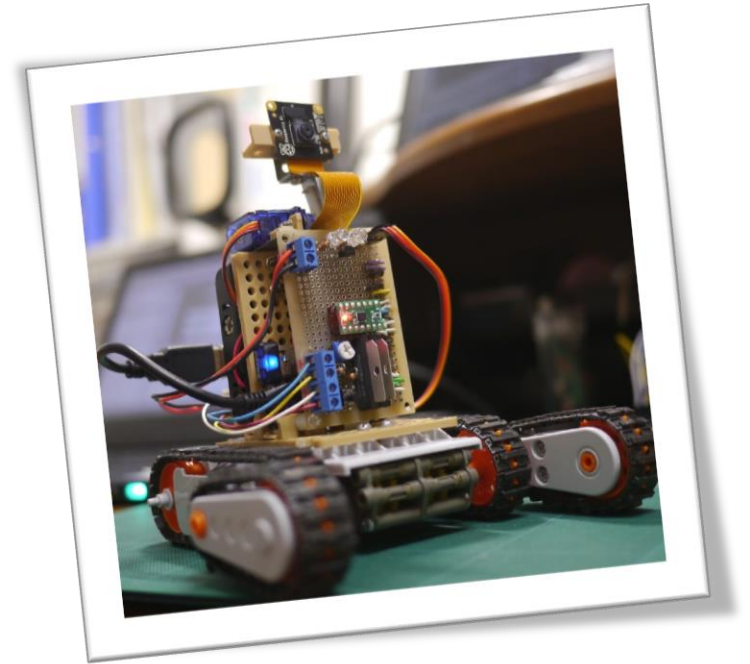


MATLAB[®]で開発する カメラ搭載Raspberry Pi™ Zeroローバー



新潟大学
自然科学系(工学部)
准教授 村松 正吾



はじめに

自己紹介と講演概要

自己紹介

村松 正吾 (むらまつ しょうご)

- 新潟大学 自然科学系(工学部)
電子情報通信プログラム 准教授
 - 多次元信号・画像処理の研究に従事

- 主な担当科目

- 2年生「プログラミング」「プログラミング演習」
- 3年生「画像情報工学」
- 院M「画像処理特論」
- 院D「多次元信号処理論」

- MATLABを使い続けて
かれこれ20年ちょっと

C と Java



1997



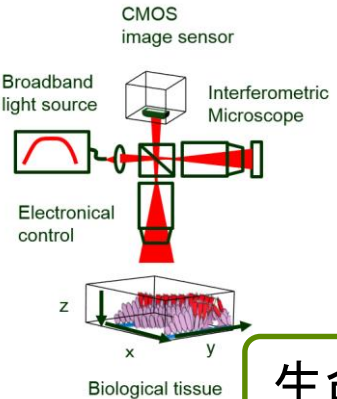
2007



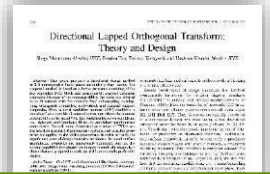
2016

多次元信号・画像処理のためのスパースモデリング

<http://msiplab.eng.niigata-u.ac.jp/>



新潟大・医学部
聴覚メカニズム
の解明



新潟県工技総研
バーチャル
ショウケース



理論

生命科学

防災観測

アルゴリズム

実装

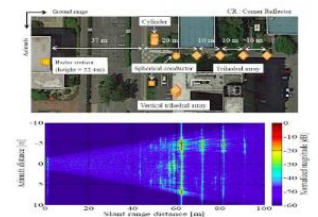
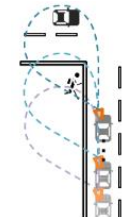
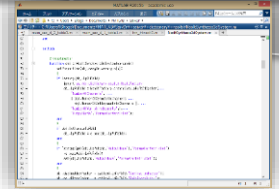
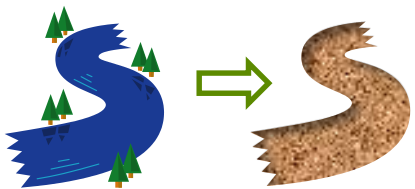
伝統工芸

運転支援

MSIPLab

車載ミリ波レーダ

水面からの
河床状態推定



新潟大・
災害復興研

多次元信号の分析・合成に関する知識と技術を核として
信号解析や信号推定で共同研究プロジェクトに貢献

新潟大・
情報工

注意！

「ラズパイZeroも動くよ！」と非公式にアナウンスする講演

Raspberry Pi Zero/Zero W は
正式サポートされていません！

講演内容は、ほぼ趣味です！
I♥ML I♥RP

対象は、MATLAB/Simulink®を個人的に楽しみたい方
(教育で使いたい方！仕事で研究開発費が足りない方？)

講演概要

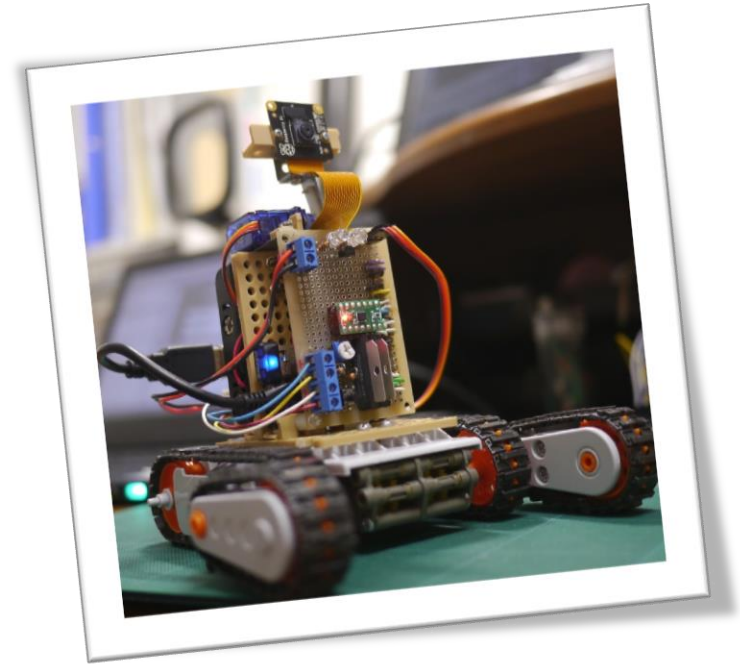
■ 目的

- MATLABプログラミングをマスマスワクワ〜クさせる

■ 内容

- 大人にもエデュテイメントを！
- MATLABが初心者でも遊べる理由
- カメラ搭載ラズパイ・ローバー
- スタンドアローン化で自律制御
- まとめ





子どもたちのプログラミング学習スタイルが羨ましい

大人にもエデュテイメントを！

2020年から小学校でのプログラミングが必修化！

- 【文科省】 新学習指導要領解説(総則85頁)

- http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1387014.htm

...子供たちが将来どのような職業に就くとしても時代を越えて普遍的に求められる「プログラミング的思考」(...)を育む...

- 【文科省】
学校教育 -
プログラミング教育実践ガイド

- http://jouhouka.mext.go.jp/school/programming_zirei/

「めざせ！行列のできるおすし屋さん！」
(小4センサ・カーのプログラミング)など



楽しみながら学ぶスタイルが主流 That's エデュテイメント

エデュケーション
(教育)



エンターテイメント
(娯楽)

■ 【文科省】 プログラミン

□ <http://www.mext.go.jp/edutainment/>

■ 【NHK】 Why!?プログラミング！

□ <http://www.nhk.or.jp/gijutsu/programming/>

MITメディアラボ
“Scratch”



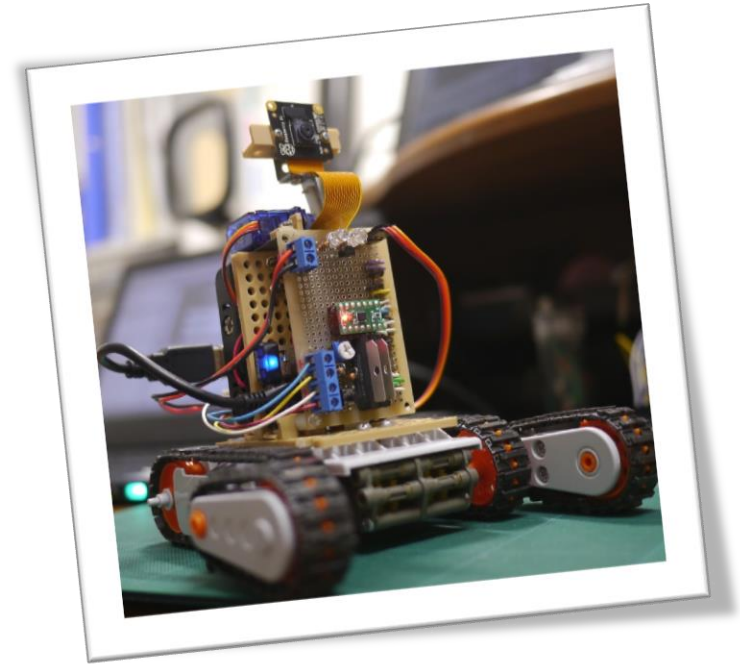
プログラミング・エデュテイメント 定番は何？

■ Scratch

- 初心者でも簡単
- 計算論的思考力を
“楽しみながら”
身に付けることができる
- ユーザーコミュニティが充実



それって大人の世界にもあるぞ



遊びながら学ぶプログラミング環境

MATLABが初心者でも遊べる理由

MATLABの良いところ・悪いところ

PROS

- 初心者でも即座に動かせる♡
- 充実の行列操作
- 高機能なグラフィックス
- 豊富なToolbox
- **ハードウェアサポート**
- **ストリーミング処理**
- 単体テスト環境
- コード生成
- 分散・並列処理
- ユーザーコミュニティ 😊

MATLAB EXPO

CONS

- 導入時の壁 💰 有償
- しばしば罫あり
(例)
列優先
1-based index
整数型優先
仕様変更 🤔
- **ラズパイZero**
サポート外 😞

特に注目の機能

■ ハードウェアサポート

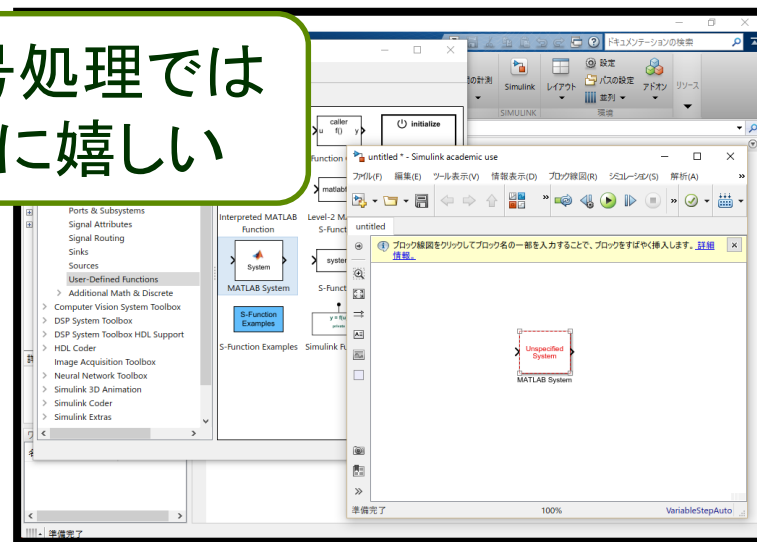
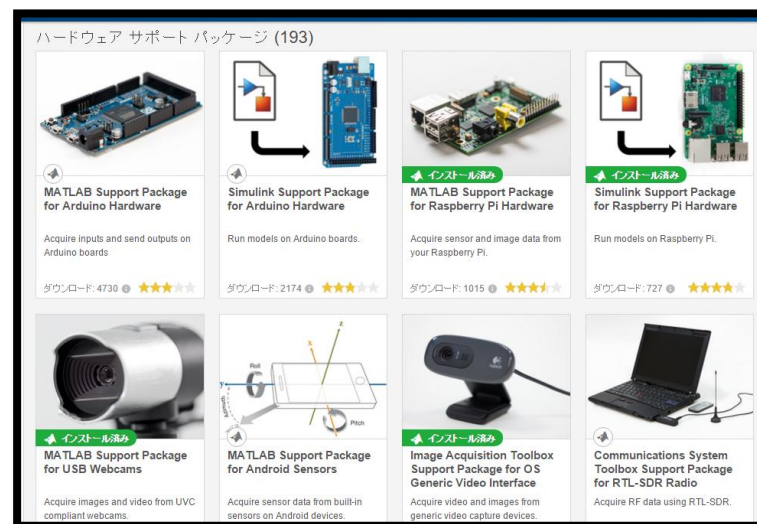
- Arduino/Raspberry Pi
- USB Webcam
- Android/iOSなど

■ ストリーミング処理

System object

- 省メモリ実装
- Simulinkほぼ対応
- コード生成ほぼ対応

信号処理では
特に嬉しい

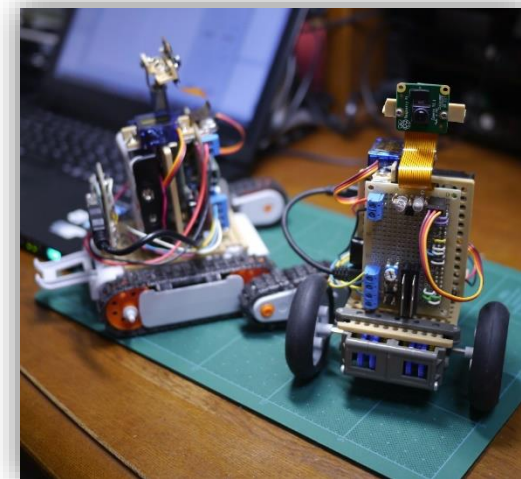


開発事例紹介

- カメラ搭載ラズパイ・ローバー
 - リモート制御デモ (MATLAB)

- スタンドアローン化で自律制御

- Zero W 青ボール追跡デモ (Simulink)

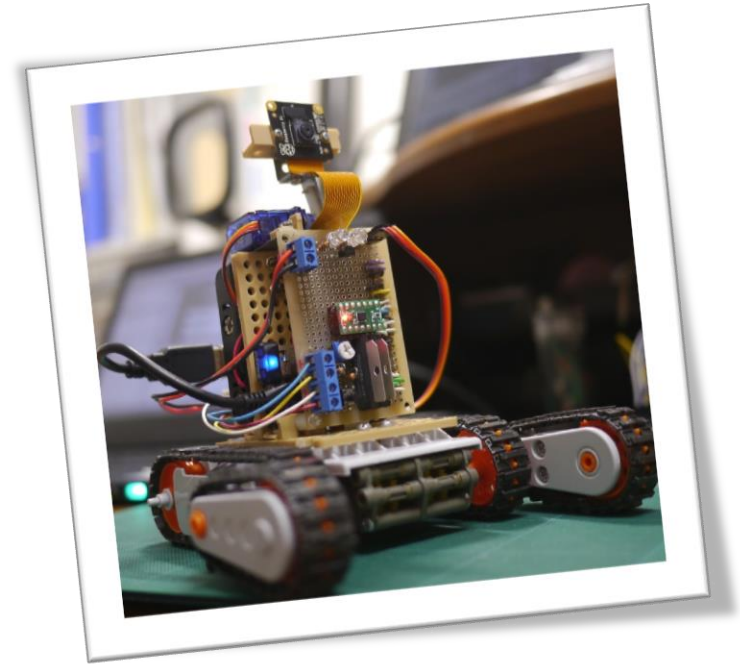


トラ技2016.12
未公開

R2017aで動作確認



<https://github.com/shodimaggio/PiAvatar/wiki>



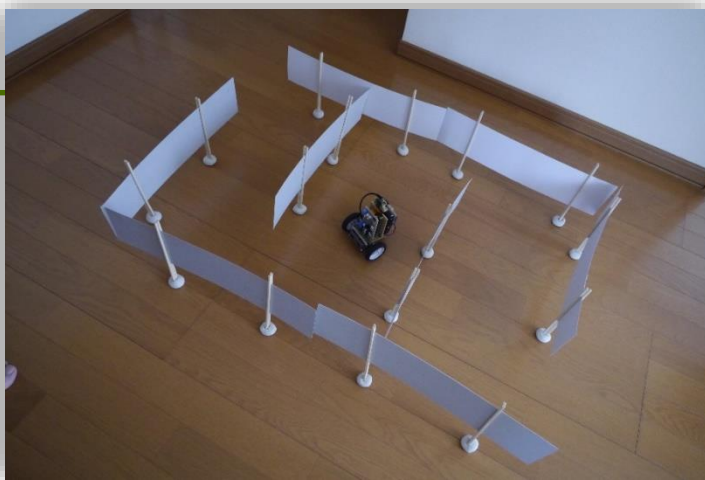
ハードウェアとの連携とストリーミング処理

カメラ搭載ラズパイ・ローバー

ラズパイ・ローバー製作の目標

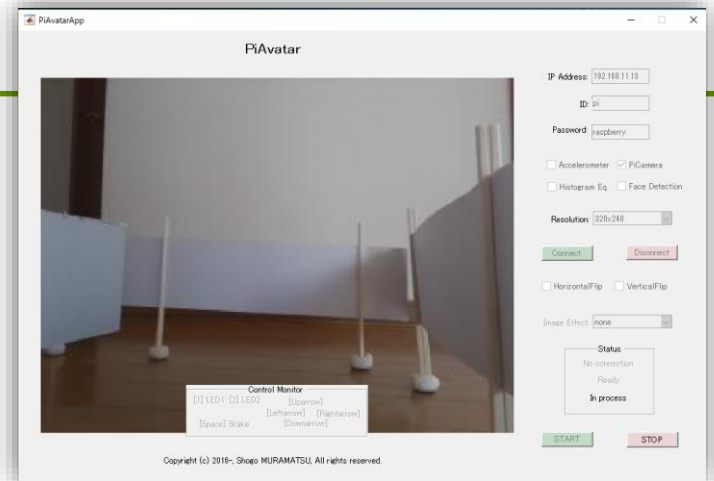
機体(ハードウェア)

- バッテリー駆動, ワイヤレス通信
- モーターで前後左右に移動できる
- カメラで画像を取得できる



アプリ(ソフトウェア)

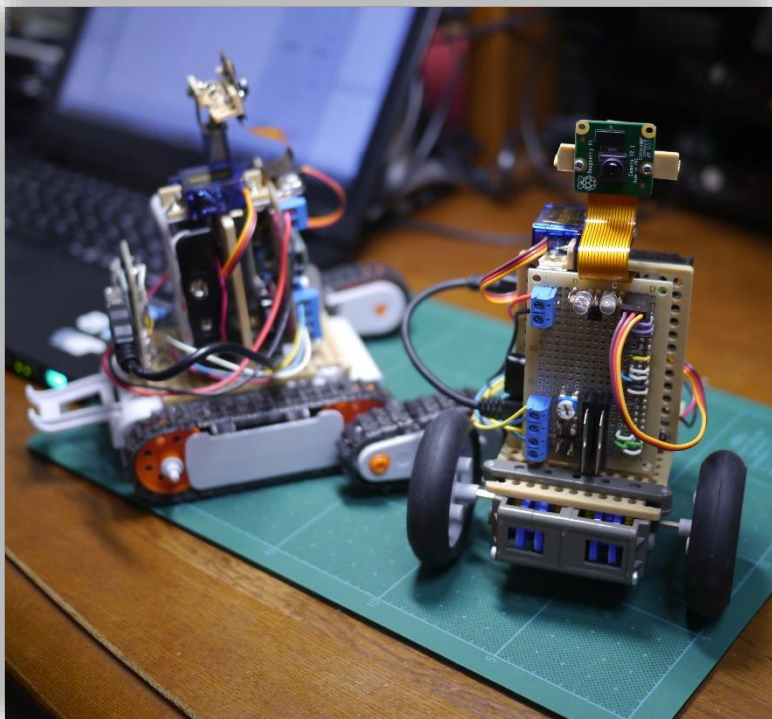
- ホストPC上で動作
- 機体を通信制御できる
- 機体からの画像を表示できる



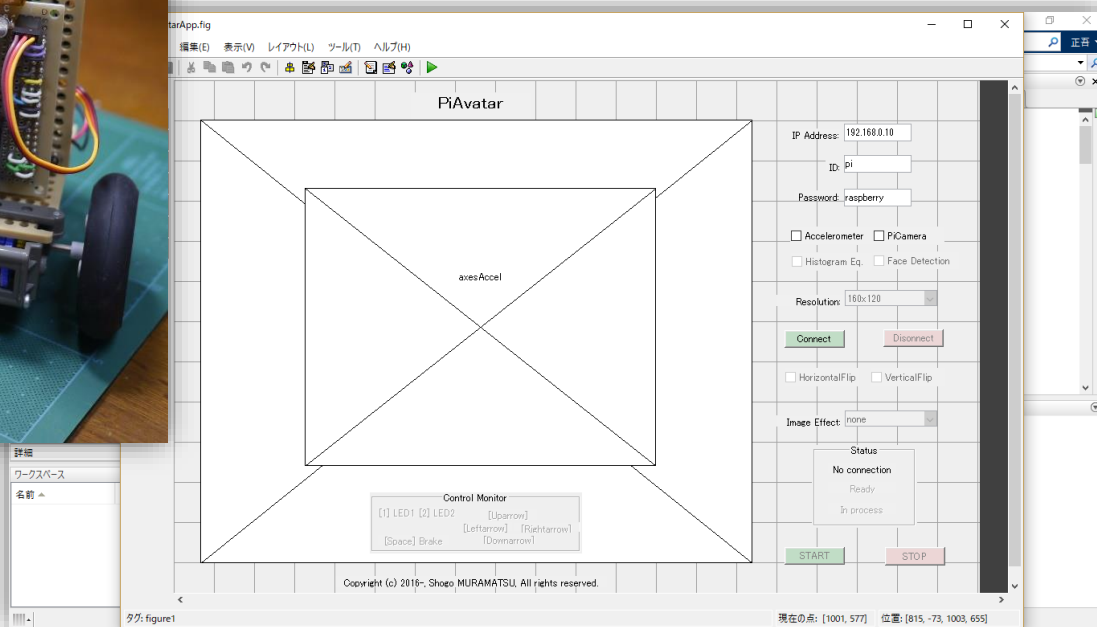
製作物の概要

GUIDEを利用

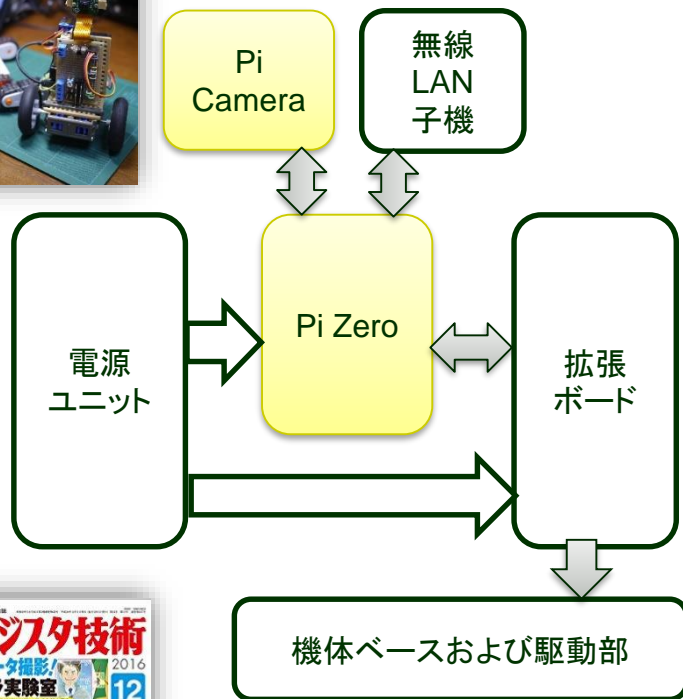
アプリ(MATLAB)



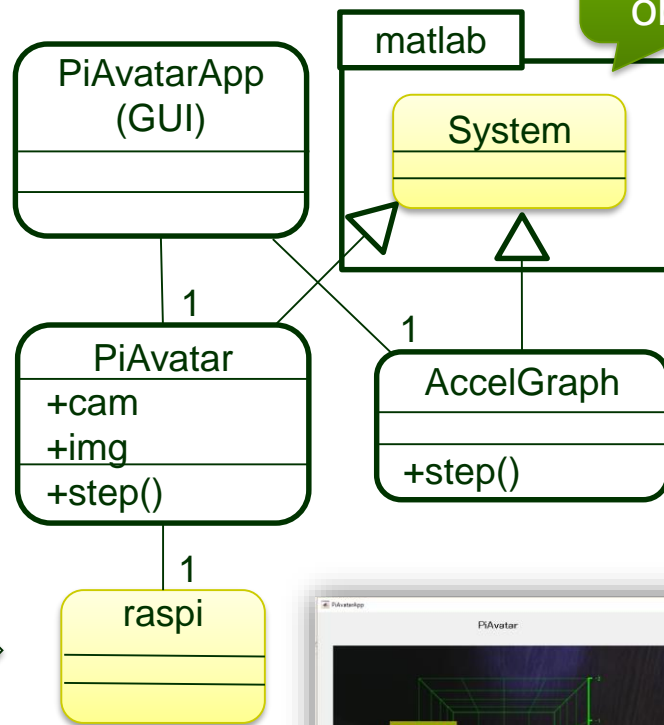
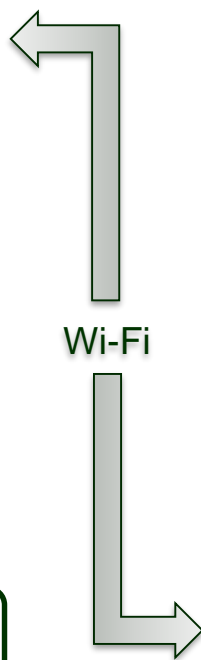
機体(ラズパイZero)



機体(ラズパイ Zero)

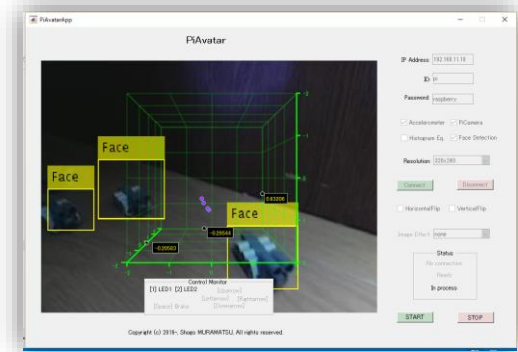


アプリ(MATLAB)



System object

システムの概要



※詳しくはCQ出版「トランジスタ技術2016年12月号」第2章参照

🔥 奥義秘伝 🔥

ラズパイZeroセットアップ概略

- MATLAB(R2017a/b)ハードウェアサポートパッケージセットアップ
 1. インストーラーを起動 “» `supportPackageInstaller`”
 2. Raspberry Pi を選択 (MATLAB/Simulink)
 3. ファームウェア更新の手前で作業をキャンセル
- Raspberry Pi Zero/Zero W ファームウェアセットアップ
 1. Raspbian (Jessie)イメージをmicroSDに書込み
 2. SSH有効化, Wi-Fi接続, Camera, SPI, I2C有効化 [参考資料1]
 3. パッケージインストール(`apt-get install`)
`libsdl1.2-dev alsa-utils espeak i2c-tools libi2c-dev`
`ssmtp ntpdate git-core v4l-utils cmake sense-hat`
 4. DNS逆引き無効化
 5. WiringPi, PIGPIO, ROS Kineticをインストール



<https://github.com/shodimaggio/PiAvatar/wiki>

raspi オブジェクト利用例

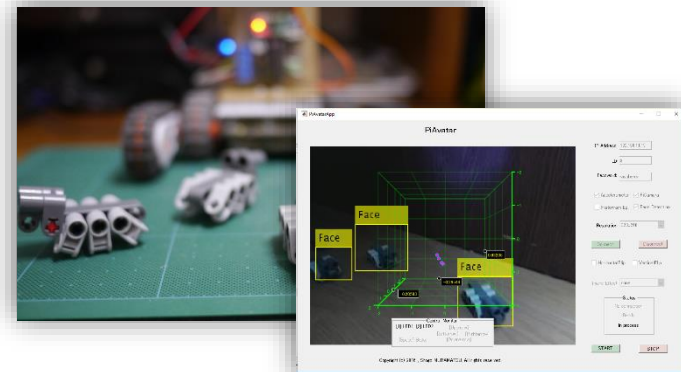
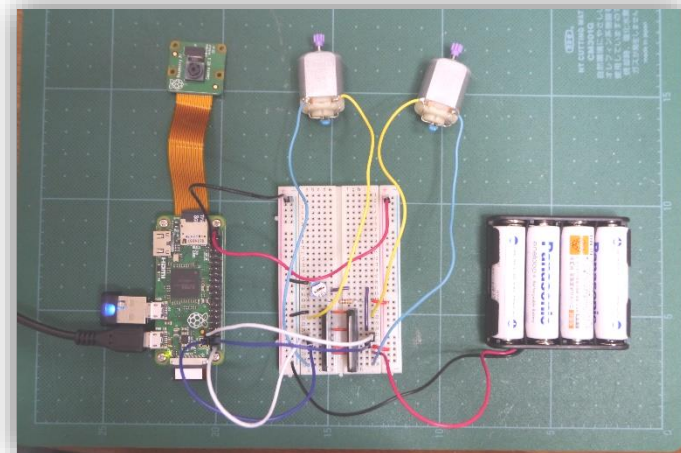
■ Piカメラからの画像取得

IPアドレス

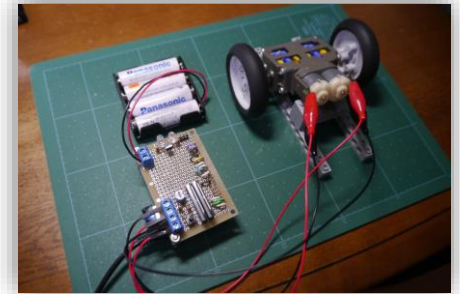
- » `mypi = raspi('192.168.179.7');`
- » `cam = mypi.cameraboard(...`
`'Resolution','320x240');`
- » `img = cam.snapshot();`

■ 物体検出と表示

- » `fcd = ...`
`vision.CascadeObjectDetector();`
- » `bboxes = fcd.step(img);`
- » `img = insertObjectAnnotation(...`
`img,'rectangle', bboxes, 'Face');`
- » `imshow(img)`



モータ駆動 (GPIO制御)

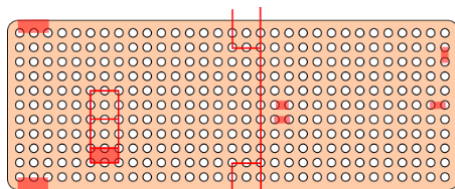


- DCモータ + モータドライバ(TA7291) 2セット
- GPIO接続端子の初期化
 - » `mypi.configurePin(19, 'DigitalOutput');` % Motor1In1Pin
 - » `mypi.configurePin(20, 'DigitalOutput');` % Motor1In2Pin
 - » `mypi.configurePin(21, 'DigitalOutput');` % Motor2In1Pin
 - » `mypi.configurePin(26, 'DigitalOutput');` % Motor2In2Pin
- 制御関数の定義と実行
 - » `forward(mypi); pause(0.1); neutral(mypi)` % 前進、0.1 秒後停止
 - » `clear mypi;` % raspi の解放

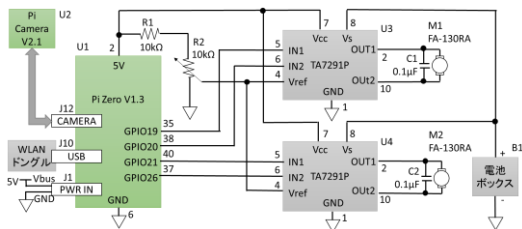
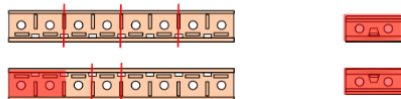
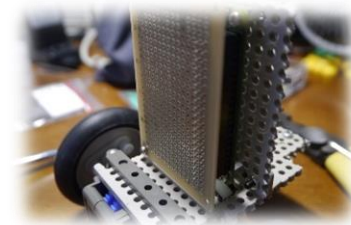
一連のコマンドを
メソッドとして定義

```
function forward(rpi)
rpi.writeDigitalPin(19,1);
rpi.writeDigitalPin(20,0);
rpi.writeDigitalPin(21,1);
rpi.writeDigitalPin(26,0);
end
```

機体 (ラズパイZero)



タミヤ 楽しい工作シリーズ



¥18,000程度



市販の材料のみ

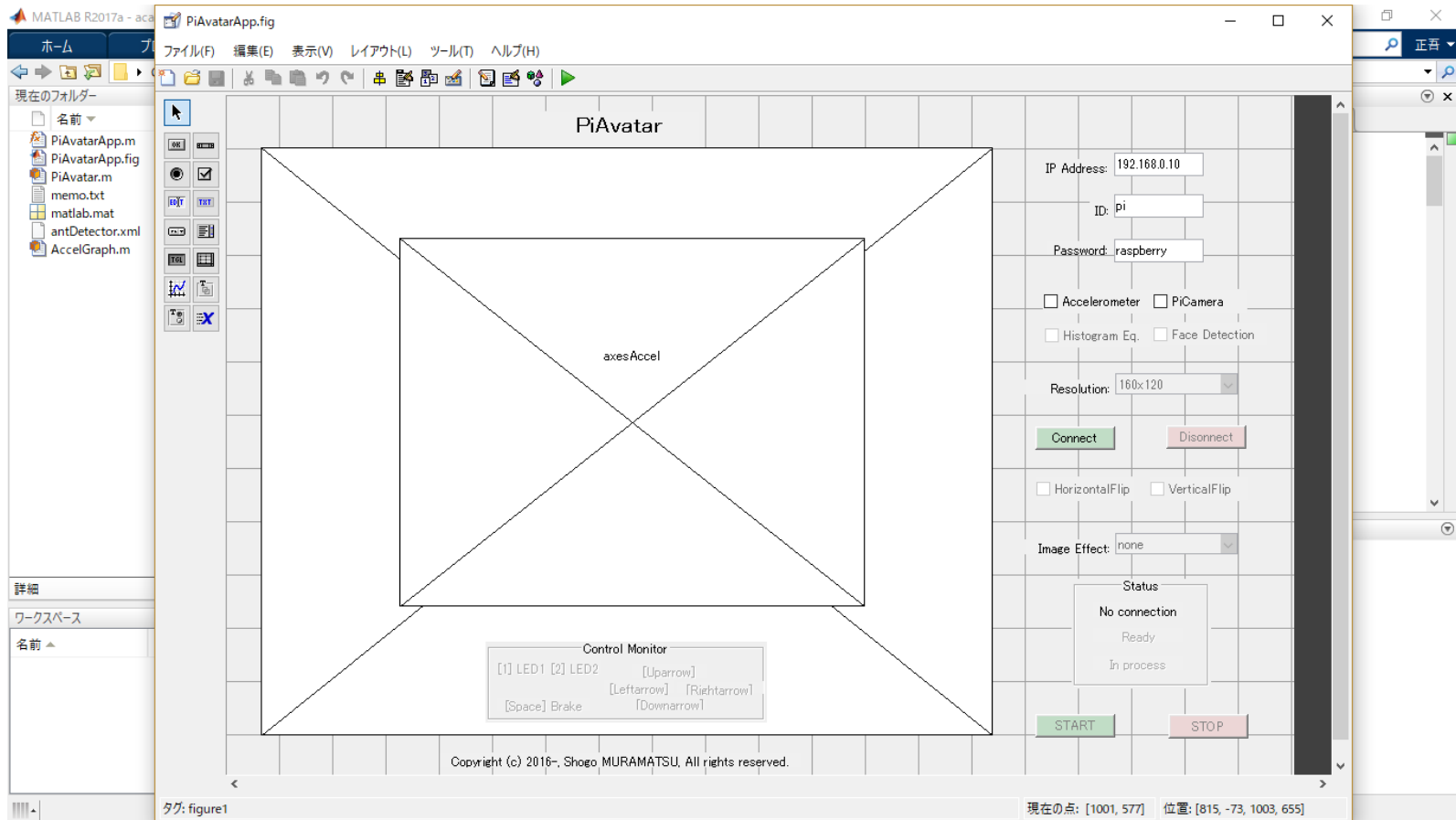
¥12,000程度

秋月電子通商の部品

Strawberry LinuxのDC-DC変換器

アプリ (MATLAB)

PiAvatarAppBasic.m

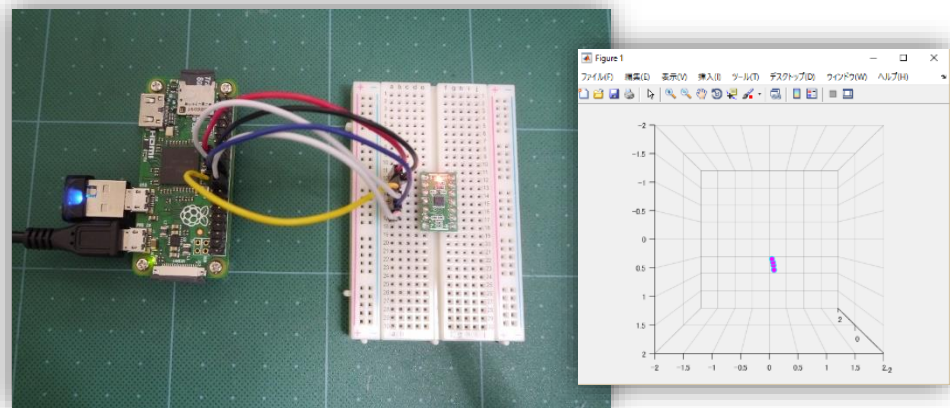


<https://youtu.be/Z6dpTMZAKxU>

3軸加速度センサ(LIS3DH)

- I2C/SPI通信が可能
- LIS3DH(SPI通信)の初期化
 - » `I3d = mypi.spidev('CE0',0,1000000)` % オブジェクト生成
 - » `adCtrlReg1 = hex2dec('20');` % CTRL_REG1 の番地
 - » `diCtrlReg1 = hex2dec('7F');` % CTRL_REG1 への設定値
 - » `I3d.writeRead([adCtrlReg1 diCtrlReg1])` % LIS3DH 設定
- LIS3DH情報の読出し
 - » `axl = I3dxyzread(I3d)`

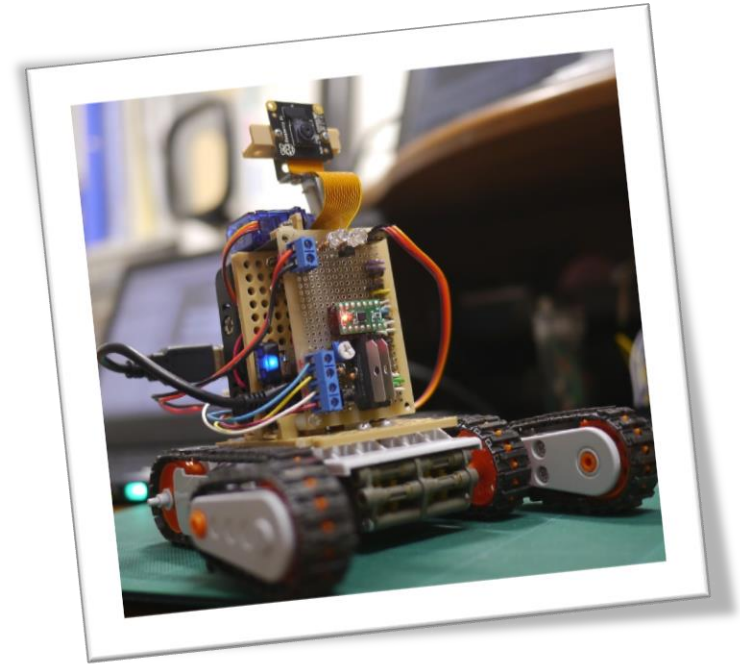
自作関数
詳細はGitHubにて



動作確認ビデオ



 <https://youtu.be/-Je2dn9hNJU>



ラズパイ・ローバーのリモート制御からの巣立ち

スタンドアローン化で自律制御

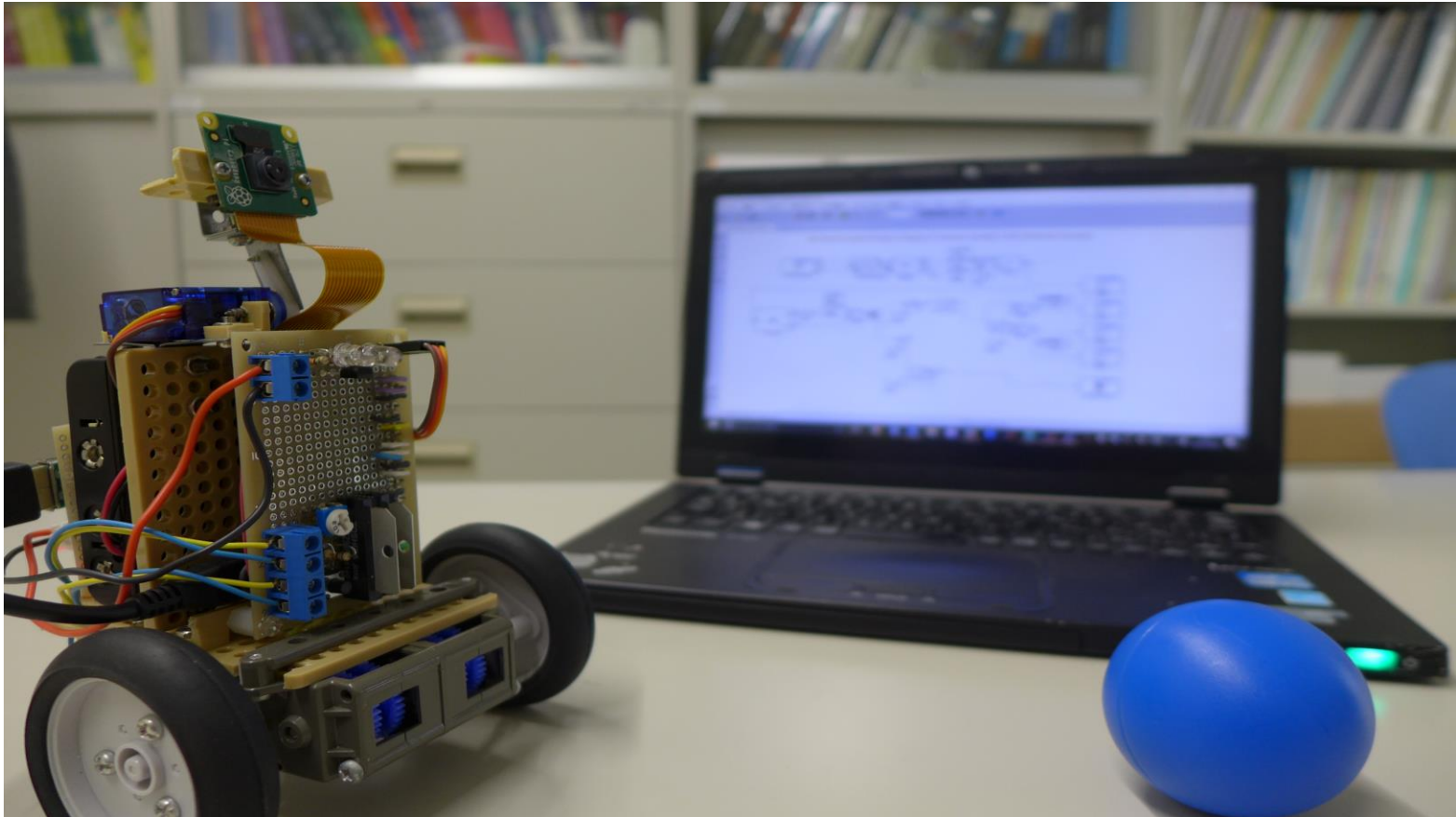
スタンドアローン化はSimulinkで

スタンドアローン
モデル(R2017a)

The image displays the Simulink environment. On the left, the 'Simulink Support Package for Raspberry Pi Hardware' is installed, with various hardware blocks like 'Sense HAT', 'GPIO Write', 'I2C Master Read', and 'Standard Servo Write' visible. The main workspace shows a Simulink model titled 'AutonomousControlDemo'. The model includes a 'V4L2 Video Capture' block, a 'Blob Analysis' block, a 'Discrete PID Controller', and several 'GPIO Write' blocks for controlling hardware. A text box in the upper right of the workspace reads: 'See "Simulink Support Package for Raspberry Pi Hardware Examples" in MATLAB/Simulink Documents'. The Simulink interface includes a menu bar, a toolbar, and a command window.

Simulink Support
Package for
Raspberry Pi
Hardware

動作確認ビデオ



 <https://youtu.be/E2TbdK0tUB0>

自作デバイス・ドライバ・ブロック

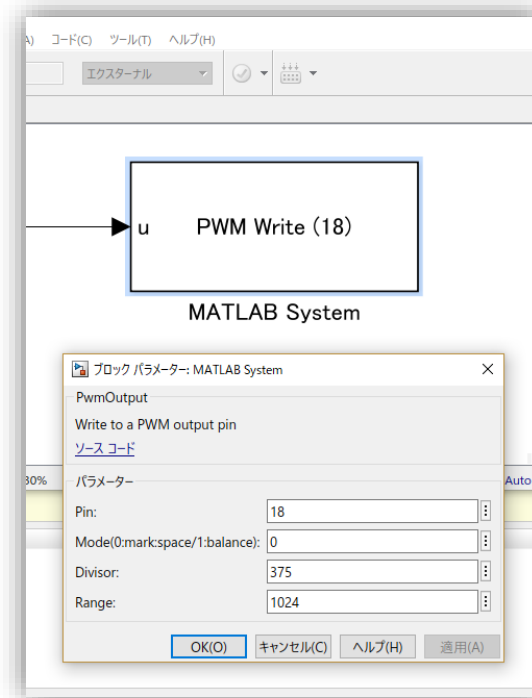
- サポートのないデバイスでも諦めない！
(例) サーボモータ制御未対応のR2016aで動作確認

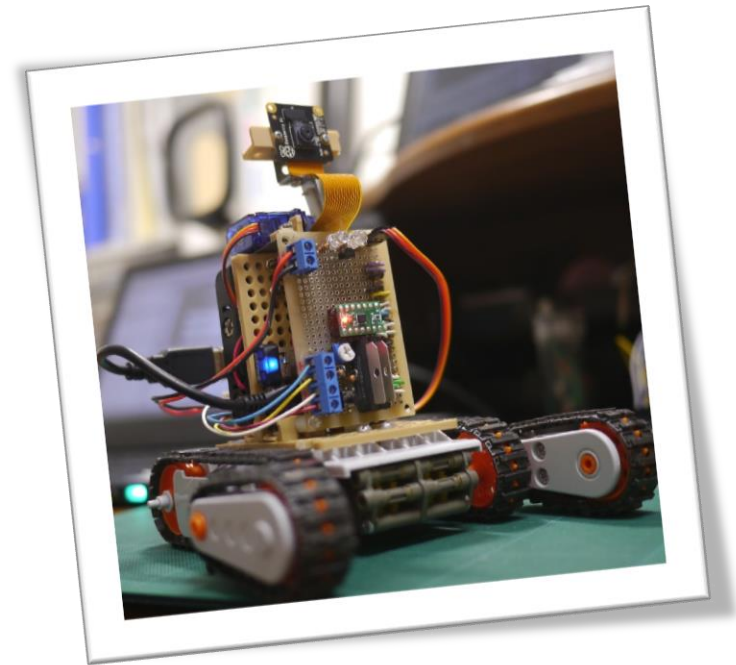
ラズパイ側にドライバがあればOK

1. C++ によるラッパー関数の定義
2. System object の定義
3. MATLAB System ブロックの定義
4. Simulink モデルの構築

» doc Device Driver Blocks

マニュアル参照





マスマスワクワ〜クしたところで

まとめ

まとめ

- MATLABは大人のエデュテイメント
- ラズパイはIoT/CPSのエッセンス満載
- まだまだ、できることやりたいことがある
 - ROSの利用 (Robotics System Toolbox™)
 - クラウドの利用 (ThingSpeak™) などなど
- プロトタイプから実応用へ
 - コラボも広がる

学内異分野融合研究
グラント採択！

めざせ！行列のできるラズパイ屋さん！

参考資料

1. ミツ木祐介: ○得特集1「IoTの切り札！ 小型1000円Wi-Fiラズパイ上陸」インタフェース pp.107-112, 2017年10月, CQ出版
2. 村松正吾: 「20cm以下の床下をらくらく点検! Piカメラ偵察ローバ」, トランジスタ技術, pp.49-66, 2016年12月, CQ出版社
3. 金丸隆志: カラー図解最新Raspberry Pi で学ぶ電子工作作って動かしてしくみがわかる(ブルーバックス). 講談社, 2016.
4. MathWorks Japan. GUIDE を使用した簡単なUI の作成
http://jp.mathworks.com/help/matlab/creating_guis/about-the-simple-guide-gui-example.html.
5. MathWorks Japan. System object の定義
<http://jp.mathworks.com/help/simulink/system-objects.html>
6. MathWorks Japan. Raspberry Pi support from MATLAB
<http://jp.mathworks.com/hardware-support/raspberry-pi-matlab.html>
7. MathWorks Japan. サポートパッケージのインストール
http://jp.mathworks.com/help/matlab/matlab_external/support-package-installation.html