

# ビジュアル型プログラミング学習教材開発のための Lego Mindstorms EV3 と Raspberry Pi 間のシリアル通信

瀧口 顕仁† 佐藤和彦‡

室蘭工業大学大学院工学研究科†‡

## 1. 研究背景

学習指導要領では、初等教育におけるプログラミング教育は、ビジュアル型プログラミング(以下、VP)言語が望ましいとしている[1]. VP言語を用いてロボットの制御を行うものに Lego 社の Lego Mindstorms EV3(以下、EV3)がある[2]. EV3 は、機体の構成の自由度が高く、様々な形態のロボットを作成できる。

しかし、EV3 を初等教育の学習教材として使用するためには、EV3 ごとに同じ数の PC が必要となり導入コストが大きすぎる点、複数人で 1 台を使った学習が行いにくい点が問題となる。

## 2. 研究目的

EV3 の利点を活かしつつ、先述した問題点を解決するために次の 3 つを研究目的とした。

- 目的 1 : PC の操作を必要としないプログラミングが可能とする
- 目的 2 : 1 台の EV3 を使い複数人の児童がプログラミングできる
- 目的 3 : プログラミング自体を単純にする

## 3. 提案手法

QR コードを撮影することでプログラミングを行う VP 学習教材を開発する。PC でのプログラミングの代わりに QR コードの書かれたカードを用意し、VP を組むように学習者にカードを並べさせ、撮影させる。そして、撮影した画像を解析して得られたプログラムをもとに EV3 が動作する。撮影機能と画像処理については、EV3 に取り付けた Raspberry Pi (以下、ラズパイ)が担う。

## 4. ハードウェア構成

EV3 の形は、単純な車型とした。ハードウェア構成を図 1 のように示す。入力ポートは、ラズパイと有線通信する際に使う。USB ポートは、ラ

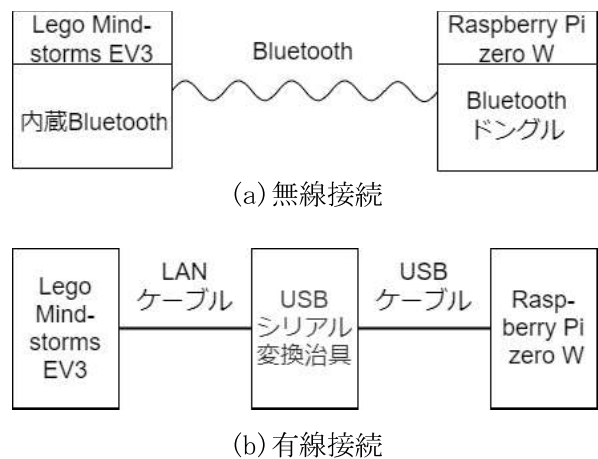


図 1: ハードウェア構成

ズパイへの電力供給を行っている。ラズパイモデルは、サイズの小さい Raspberry Pi Zero W を選択した。

無線接続での通信は Bluetooth ドングルをラズパイに接続することで実装している(図 1a)。

有線接続での通信には入力ポートに接続するため、シリアル変換治具の DSD TECH SH-U09C USB を用いている(図 1b)。

## 5. ソフトウェア構成

EV3 アプリは EV3 用の開発プラットフォームである EV3RT を用いて開発した[3]. ラズパイアプリは Python3.5.3 を用いて開発した。図 2 にソフトウェアの構成、図 3 に EV3 の入出力構成を示す。

EV3 アプリからラズパイへの命令信号の送受信はシリアルポートをファイルとして開いたもの(以下、SF)に読み書きで実現している。ボタン 1 を押すと撮影命令(文字列)が SF に書き込まれる。ボタン 2 を押すと SF から先頭 1 文字を取

表 1: 実験の動作時間結果

		平均	最速	最遅
動作可能までの時間 [s]	有線	11.0	10.8	11.2
	無線 (通常)	9.9	9.8	10.1
アプリの動作時間 [ms]	無線 (混線)	15.3	10.7	18.9
	有線	61.3	12.5	108.5
動作可能までの時間 [ms]	無線 (通常)	89.0	41.5	194.8
	無線 (混線)	87.3	36.6	170.7

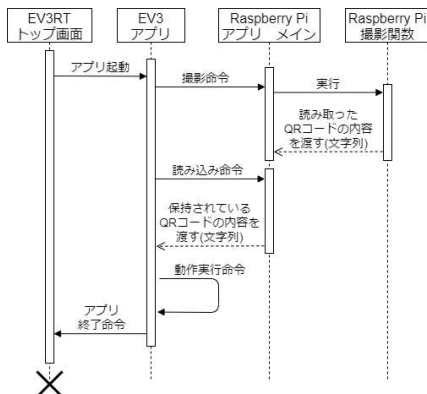


図 2: ソフトウェアの構成図

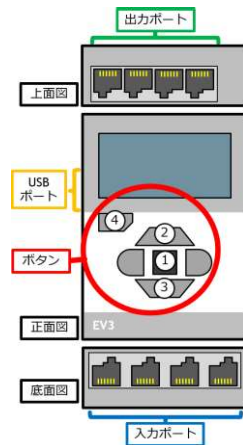


図 3: EV3 の入出力構成

り出し、これを配列化する。ボタン 3 を押すと、配列を 1 文字ずつ読み込み、その文字をもとにロボットが動作する。ボタン 4 を押すと、アプリ終了命令(文字列)が SF に書き込まれる。

ラズパイアプリは、起動時に通信を行うポートを開放し、SF を確認し続ける。開放するポートは、無線と有線で異なる。有線通信のとき、ラズパイの命令をラズパイが読み取ってしまうため、有線通信の際は、判別用の先頭文字を各命令につけている。

## 6. 動作実験

EV3 とラズパイ間の通信について、無線通信と有線通信の動作パフォーマンスの優劣について比較実験を行う。

### 6.1. 実験手順

ラズパイアプリは、撮影命令を読み込んだ時、EV3 の動作命令を返す。無線通信については、混線環境としてラズパイに別途 4 台 Bluetooth 機器を接続した状態での実験も行う。そのため、無線通信(通常時と混線状態)、有線通信について同様の実験を行い、結果を比較する。実験手順については以下の順番で行う。

- 手順 1: 無線通信の準備をする
- 手順 2: EV3 とラズパイアプリを 0 回起動する
- 手順 3: ボタン 1 とボタン 2 を順に 10 回押す
- 手順 4: 混線環境にして 2, 3 の手順を行う
- 手順 5: 有線通信の準備後、2, 3 の手順を行う

これらの実験手順から、アプリ起動後に動作可能になるまで(ポートの開放と接続)の時間と、撮影と取得(命令の送受信)にかかった時間を確認する。

### 6.2. 実験結果・考察

動作実験の結果を表 1 に示す。動作可能まで

の時間が、混線状態における無線通信では、平均時間が他のパターンと比較したときに、約 1.5 倍の時間がかかっている。また、最速と最遅の差が約 8 秒生じている。これより、ポートの開放と接続における無線通信は、回線混雑時の通信は安定しないといえる。

おわりに

無線通信と有線通信の比較実験で、有線通信の方が安定するという結果が得られた。

今後の課題として、EV3 とラズパイ起動時のアプリの自動実行、複数の QR コードに対する撮影機能、カードのデザインの議論と動作の種類の追加が挙げられる。

### 参考文献

- [1] 文部科学省,  
“小学校プログラミング教育の趣旨と計画的な準備の必要性について”,  
[https://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/zyouhou/detail/1416328.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1416328.htm),  
(最終確認: 2020/12/23).
- [2] LEGO Education,  
“教育版レゴ®マインドストーム®EV3 公式サイト”,  
<https://education.lego.com/ja-jp/product/mindstorms-ev3>  
(最終確認: 2020/12/23).
- [3] TOPPERS/EV3RT とは?  
[https://dev.toppers.jp/trac\\_user/ev3pf/wiki/WhatsEV3RT](https://dev.toppers.jp/trac_user/ev3pf/wiki/WhatsEV3RT)  
(最終確認: 2020/12/23).