

micro:bit PC - 10 キープログラミングによる無線通信の学習教材 - micro:bit PC - educational material for wireless communication with numeric key programming

木室 義彦[†] 瀧内 大史[†] 家永 貴史[†]
Yoshihiko KIMURO Taishi TAKIUCHI Takafumi IENAGA

1. はじめに

今日の情報社会では、児童生徒もプログラミングを経験し、コンピュータでできることできないことを体験することが重要である[1]。この教材としてセンサを搭載したプログラミングロボットは、プログラムの振る舞いやセンサの働きが分かりやすいという特徴がある。しかし、センサデータの取り扱いや無線通信といった IoT 技術に関するプログラミングは、簡単ではない。特に無線通信では、混信や電波不達などの問題も生じる。

一方我々は、10 個の数字キーのみでプログラミング可能な移動ロボット教材を開発してきた[2]。この教材は、晴眼盲弱の区別なく使用できるだけでなく、タイプミスや文法エラー、構文エラーもそのまま受理し、実行できる。これにより普通のプログラミング教材では経験しにくい、コンピュータは間違ったプログラムもその通りに実行するというコンピュータの動作原理を体験することができる。今回、micro:bit 搭載のロボット玩具を用い、小中高生を対象とし、無線通信におけるデータ通信の失敗を経験しながら IoT につながる情報通信技術の基礎を学べる簡単なプログラミング教材を検討したので報告する。

2. PC を使わない micro:bit プログラミング

2.1 micro:bit と 10 キープログラミング

micro:bit は、小学校高学年向けに設計されたマイコンボードであり、ボタンや LED といった入出力機能の他に、加速度、磁気、光、温度センサ、無線通信機能が標準搭載されている。開発環境として PC で動作するブロックプログラミング言語が提供されているが、PC を使わず、micro:bit に直接 10 キーパッドを接続し、テキストプログラミングを行うのが我々が提案している 10 キープログラミングである。プログラミング対象としては、移動ロボットを基本とし、前進後退、左右回転、BEEP 音 (LED) の基本命令を[5]キーの上下左右に、繰り返しや条件分岐の制御命令は、残りの 5 つのキーに配置しており、FOR 文、IF 文、WHILE 文を記述できる (Figure 1)。また、micro:bit 単体でも動作するため、micro:bit PC と呼べるものになっている。

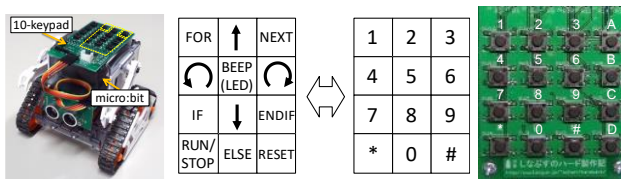


Figure 1 micro:bit with numeric keypad & commands

[†] 福岡工業大学 Fukuoka Institute of Technology

2.2 micro:bit とセンサ

micro:bit や移動ロボットに搭載されている各種センサも 10 キーから選択できる (Figure 2)。図に示すようにキー配置は、センサの物理的または意味的な位置と一致させている。micro:bit 基板左右の A, B ボタンと中央の光センサ (LED アレイ) は、キーボード中段に、磁気センサと加速度センサは、[5]キーの上下に配置している。温度センサは、最下段である。ロボット前方の超音波センサは、キーボード前方左右および残りの 2 つのキーに配置している (Figure 2 網掛け部分)。なお、Figure 1 に示したキーパッドは、10 キーの他に [A]~[D] のキーもあることから、micro:bit のエッジコネクタ P0~P2 も入力端子 (センサ) や出力端子として使用可能となっている。

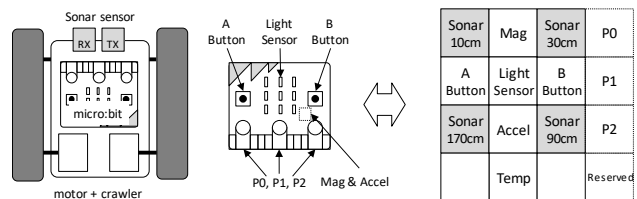


Figure 2 Sensor layout on numeric keypad

以上のセンサは、移動ロボットを制御する IF 文ではすべて ON/OFF の 2 値として扱われている。例えば、光センサは、明暗の 2 値、磁気センサは、磁北の方向とそれ以外、加速度センサは、基板が水平から 45[deg]以上傾いた時に ON となる。ただし、内部ではすべてのセンサの素データがロギング可能となっており、今回、このセンサデータが無線送受信される。システム開発には Arduino IDE と Nordic Semi-conductor nRF5 based boards ライブラリを用い、micro:bit の v1.5 と v2.0 の両方に対応している。

3. micro:bit センサデータの無線通信

3.1 無線通信の方策

micro:bit のプロセッサ nRF5 シリーズは、2.4 GHz の無線通信機能を備えており、ブロックプログラミングで利用することができる。例えば門田らは、ラジコンカーの制御に micro:bit を用い、いくつかの通信手法を比較している[3]。また、喜家村らは、より高度なネットワーク技術教育を試みている[4]。しかし、これらの通信プログラムを作成するには、無線のグループ ID の設定や通信手順を新たにプログラムしなければならない。また、センサデータを送受信する場合は、配列の割り当ても必要になり、初学者やプログラミングを専門としない教員、視覚障害のある学習者には簡単ではなく、多大な時間も要する。このため我々は、通信に関するコードを追加することなく、モード設定のみで無線通信を行うことを考えた。すなわち、学習者が作成したプログラム中の IF 文に現れるセンサデータを複数の micro:bit 間で送受信するというものである。この時に必要

なモードは、無線通信機能の起動および送信側設定の 2 つである。

3.2 無線通信の実行手順

センサデータの無線通信は、[#]+[0]+[モード設定]のみで実現される。無線機能の ON/OFF は、[#]+[0]+[3]のトグル動作であり、デフォルトでは、すべて受信側となる。送信側の micro:bit では、さらに、[#]+[0]+[2]を押下することで、送信側のセンサ ID と ON/OFF 値およびセンサデータがブロードキャストされる。受信側は、受信したセンサデータに基づいて、プログラムが実行される[5]。Figure 3 は、micro:bit の A ボタンを押すとラジコン移動ロボットが前進するというものである。今回、これに無線グループ ID と送信出力を後付けで変更できる機能を追加した。

なお、受信側でさらにログモードにしておくと、無線受信されたセンサデータは、リアルタイムでシリアルポートから出力され、同時にフラッシュメモリにも記録される。

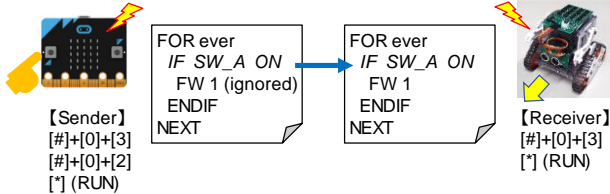


Figure 3 Simple wireless communication. with sensors

3.3 無線通信の学習シナリオ

ここまで述べてきた通り、micro:bit の標準の開発環境では必須の無線グループ ID の設定は、一切行っていない。すなわち、この状態で無線通信を行うと必ず混信という失敗が生じる。この混信の体験も含んだ無線通信の学習シナリオを Table 1 に示す。なお、無線通信のサンプルプログラムは、3.2 節で説明した「ボタンを押すとロボットが前進」である。受信側が micro:bit PC 単体の場合は、前進命令の代わりに BEEP 音の鳴動や LED 表示を行えばよい。

Table 1 Wireless communication teaching scenario

項目	時間[min]	内容
1: 導入	5	プログラミング方法の習得
2: サンプルプログラム	5	サンプル入力とIF文の理解
3: 無線通信の実行	5	無線モードの確認
4: 1vs多, 多vs1と混信	10	混信状態の確認
5: 混信回避の討論	10	送信者や出力の制限等
6: 混信回避の実習	10	無線グループID, 送信出力
7: まとめ	5	

(1) 導入とサンプルプログラム

まず、学習者が初めて教材に触れることを想定し、10 キープログラミングでのコードの入力方法および逐次処理を学習する。命令は、基本、コマンド名と引数の 2 語命令であり、ロボットの動きや BEEP 音で確認できる。これまでの実験授業より、これに要した時間は、晴眼の小学 1 年生で 5 分であった。次に Figure 3 で示したサンプルコードを数字の列 (10-742-21-9-3) として学習者に入力してもらい、その動作を確認してもらい、他のセンサも数字を 1 ヶ所入れ替えるだけで確認できる。IF 文の構造の理解は不十分でも、センサの働きについてはほとんどの学習者がその場で理解可能であろうとの意見を中高の教員より得ている。

(2) 無線通信と混信

ロボットまたは micro:bit PC 単独でのサンプルプログラムの動作を確認した後、無線通信の実習を行う。まず、無線通信設定および送信設定を行い、プログラムを実行する。これによりセンサデータが無線通信されることを体験することができる。その後、「移動ロボット 1 台 vs 多数の学習者」や「移動ロボット多数台 vs 多数の学習者」で無線通信を体験、その中で混信状況を誘発させる (Figure 4)。

(3) 混信回避

この混信状況を多数の学習者が一斉に会話している状況と捉え、混信回避の方策を学習者に考えてもらう。一般には、(A)送信者の制限 (発言者の指名, トランシーバの送信ボタン, 免許制の放送局), (B)送信周波数の変更 (複数台の POS レジ), (C)送信データを ID でフィルタリング (学級の指定), (D)送信出力の制限 (小声で話す) 等が考えられる。その上で、micro:bit の無線機能として使用可能な (C) と (D) を実習する。具体的には、無線グループ ID は、無線設定の[#]+[0]+[3]の直後、無線モード ON の LED 表示中に数字 1~9 を入力することで指定できる。また、送信出力は、送信設定の[#]+[0]+[2]の直後、数字 1~9 で出力を -40 [dBm] から +4 [dBm] (0.1 [uW] ~ 2.5 [mW]) まで設定できる。これらを随時、各 micro:bit PC で行うことで、特定の micro:bit ロボットや micro:bit PC と安定して通信できること、通信距離 (範囲) が変化することを確認できる。

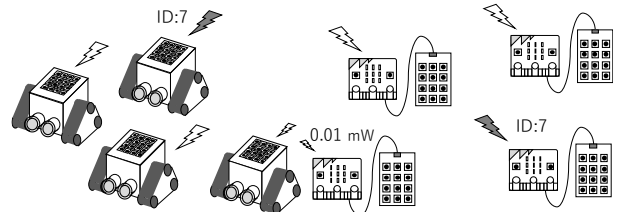


Figure 4 Multiple micro:bit robots and PCs with wireless comm.

4. おわりに

micro:bit 単体でプログラミングと実行が可能なセンサデータの無線による送受信機能を設計・実装し、無線グループ ID や送信出力を簡単に変更できるようにした。これにより、安価なマイコンボードを用い、複雑なプログラミングを行わずにセンサデータの無線通信実験が可能となった。

今後は、データロガーや無線通信を用いた教材の効果の検証、上位学年向けの授業シラバスの試作などを小中高の教員と協力しながら進める予定である。なお、このファームウェアは、<https://www.fit.ac.jp/~kimuro/Maker/> に公開している。

参考文献

- [1] 安浦, "情報技術を社会常識にするためには", 情報処理, Vol.40, No.1, pp. 47-49, 1999.
- [2] 木室他, "晴眼盲弱を区別しない, PC を使わない micro:bit プログラミング環境の提案", 情報教育シンポジウム SSS2021, 2021.
- [3] 門田他, "中学校技術科における教育用小型マイコンボードを活用したラジコンカーの開発", 日本産業技術教育学会誌, Vol.61, No.4, pp.297-304, 2019.
- [4] 喜家村他, "情報の科学的理解を育成するプログラミング教材の開発", JSiSE Research Report, Vol.33, No.6, pp.31-36, 2019.
- [5] 木室他, "micro:bit PC -10 キープログラミングによるデータロガーと無線通信-", 第 85 回情報処理学会全国大会, 2023.