

10 キープログラミング - 晴眼盲弱を区別しないドローンプログラミング教材 -

木室義彦[†] 岩金雄輔[†] 家永貴史[†]
福岡工業大学 情報工学部[†]

1. 緒言

今日の情報化社会では、視覚障害のある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ないことを体験することが重要である[1]。しかし、初学者向けプログラミング教材は GUI を多用し、全盲弱視の児童生徒には利用困難であった。これに対し我々は、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、晴眼盲弱の区別なく容易にプログラミング学習ができることを示してきた[2][3]。

一方、近年、新しい移動体としてドローンが注目されている。しかし、全盲弱視の児童生徒がこれをプログラミングするという試みはほとんどない。本論文では、従来の移動ロボットとドローンとの特徴の違い、ならびにそのプログラミング方法について検討したので報告する。

2. コンピュータの動作原理とプログラミング教育

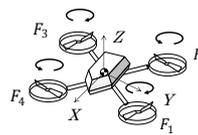
我々の最終的な目的は、プログラミング教育ではなく、コンピュータの動作原理教育である。すなわち、コンピュータは、プログラムされたとおりに動作するし、間違ったプログラムは、間違ったとおりに動作する。人間がプログラムできないことは、コンピュータもできない。児童生徒は、プログラミングを通してこれらを体験、理解することができる。

初等教育で用いられるプログラミング言語は、Scratch のようにマウスを用いるビジュアルプログラミングと呼ばれるものが多い。これは、(1) コマンドは暗記ではなく選択、(2) プログラムの構造はブロックで理解、(3) 結果として文法エラーが生じにくいことが長所とされている[4]。しかし、初学者の障壁と考えるとタイピングを除外するよりも、マウスよりも簡単にタイピングができれば良いし、アルゴリズムのミスだけでなく、キー入力ミスや文法ミスもコンピュータの動作結果として体験できた方が良く我々は考えている。すなわち、従来型の間違えにくいプログラミング環境ではなく、簡単に間違えられて、かつ、それを楽しく確認し、すぐに修整できる PC 不要のプログラミング教材が適していると考えている。

3. ドローンと言語仕様、実装

3.1 想定しているドローン

プログラミング対象として、複数のプロペラを持つマルチコプタを考えている(Fig.1)。リモコン側から目標のロール・ピッチ・ヨー角およびスロットル値を与えることで飛行する。ドローンと車輪型移動ロボットとの違いは、移動の自由度の多さとこれに伴う命令数、および、飛行中の動作を触って確認することができない点である。この特徴は、視覚障害のある児童生徒にとって、そのまま障壁となる。



$$F_1 = \frac{1}{4}(m\ddot{z} + \frac{\sqrt{2}}{r}J_x\ddot{\phi} - \frac{\sqrt{2}}{r}J_y\ddot{\theta} + \frac{1}{\mu}J_z\ddot{\psi} + mg)$$

$$F_2 = \frac{1}{4}(m\ddot{z} + \frac{\sqrt{2}}{r}J_x\ddot{\phi} + \frac{\sqrt{2}}{r}J_y\ddot{\theta} - \frac{1}{\mu}J_z\ddot{\psi} + mg)$$

$$F_3 = \frac{1}{4}(m\ddot{z} - \frac{\sqrt{2}}{r}J_x\ddot{\phi} + \frac{\sqrt{2}}{r}J_y\ddot{\theta} + \frac{1}{\mu}J_z\ddot{\psi} + mg)$$

$$F_4 = \frac{1}{4}(m\ddot{z} - \frac{\sqrt{2}}{r}J_x\ddot{\phi} - \frac{\sqrt{2}}{r}J_y\ddot{\theta} - \frac{1}{\mu}J_z\ddot{\psi} + mg)$$

Fig.1 Multicopter and its flight principle

我々の教材のベースは、市販のドローン玩具 (CoDrone Pro ROBOLINK) である。4つのプロペラを持ち、加速度センサ、ジャイロ、気圧センサ、オプティカルフローセンサを搭載している。また、コントローラ (リモコン) として Arduino 互換の Smart Inventor Board とジョイスティックが付属しており、ドローンとは Bluetooth 通信で接続される。Fig.2 に当該ドローン、および、後述する改造リモコンの外観を示す。なお、ドローン玩具としては、他にも費用対効果に優れた機種があるが、本機種は、軽量(37[g])、かつ容易に多数台の同時飛行が可能という特徴がある。



Fig.2 Toy drone and controller (modified)

3.2 ドローンの命令セット

ドローンへの命令は、移動に関する 8 つの基本命令、および、繰り返しを実現する制御命令である (Table 1)。基本命令では、1 から 9 の 1 桁の数で移動や回転の動作時間を指定できる。[基本命令] + [0] の場合は、続く基本命令との複合となる。ただし、上昇、下降の場合のみ、それぞれ離陸と着陸

Numeric Key Programming - Programmable Drone for both Visually Impaired and Sighted Elementary School Students -

Y. Kimuro[†], Y. Iwagane[†] and T. Ienaga[†]
[†]Fukuoka Institute of Technology

としている。制御命令の繰り返し処理では、FORとNEXTに囲まれたブロックをFORに続く数字1桁の回数だけ繰り返す。0を指定すると無限回となる。条件分岐命令については、現在、ほとんどのドローン玩具では標準的な外界センサがないことから、その実装方法については検討中である。

Table 1 Drone programming commands

Cmd	Param	Description
FW	d	move forward (0:successive)
BK	d	move backward (0:successive)
ML	d	move left (0:successive)
MR	d	move right (0:successive)
UP	d	move upward (0: Takeoff)
DWN	d	move downward (0:Landing)
LR	d	CCW rotation (0:successive)
RR	d	CW rotation (0:successive)
FOR	d	loop block (d times, 0:inf)
NEXT	-	end of loop

3.3 プログラムの入力方式

初学者の場合、PCやマウスの操作さえも不慣れなことが多い。10キープログラミングは、数字キーのみの最小限かつ身体的に直感的になるよう工夫したプログラム入力方式である。数字キーの配置は、今回、電話のプッシュボタンと同じとした。

ドローンの動作命令のうち、平面内移動の前進や後退、左進、右進は[5]キーを中心とした上下左右に配置する。上昇と下降、左右旋回は、[8]キーを中心として上下左右に配置する(Fig.3)。数字そのものではなく、キーの空間的な配置に着目することで、直感的な操作を実現している。なお、この配置は、“mode 2 (国際版)”と呼ばれるドローンプロポのジョイスティックの割当とも一致している。制御命令は、空いている[1]と[3]のキーに配置する。実行/停止とリセットは、[0]キーの左右に配置している。

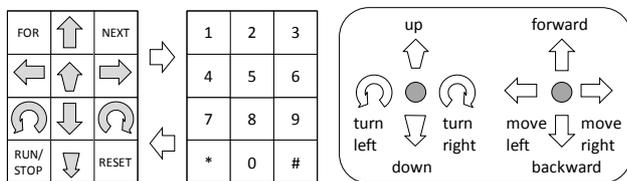


Fig.3 Commands layout and Joystick assign (mode 2)

3.4 実装と操作手順

ドローンのリモコンに16個のタクトスイッチを搭載した4x4キーパッド(アイロジック)を設置するとともに(Fig.2右図)、前節で設計したドローンプログラミング言語のインタプリタをArduinoリモコン上に実装した。[5]キーの上には、電話機やPCと同様、凸シールを貼って晴眼盲弱の区別な

く、ホームポジションが分かるようにしている。ドローンのプログラミングの手順は以下の通りである。

リモコンの電源を入れると自動的に最近傍のドローンとのペアリングを行い、キー入力待ちになる。この時点で数字キーを入力すると自動的にプログラミングモードに移行し、プログラムコードを逐次追加していく(Fig.4)。リセットボタンの'#'を押下するとプログラムはクリアされる。実行ボタンの'*'を押下すると実行モードに移行し、プログラムを1行ずつ最後まで実行する。なお、プログラム実行中に再度、実行ボタンを押してもプログラムは停止する。この他、プログラム実行中以外でジョイスティックを操作すると、いつでも手動操縦モードに移行する。これにより、学習者は、飛行中のドローンを視認するという以外、晴眼盲弱の区別なくドローンのプログラミングと操縦を行うことができる。

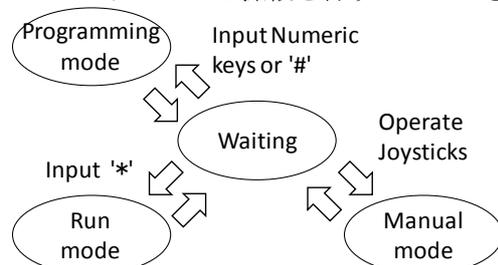


Fig.4 State transition

4. 実験授業

移動ロボットおよびドローンを用い、福岡視覚特別支援学校にてプログラミング教室を実施した(2020/12/11)。参加者は、小1~小6の6名、内、全盲3名、弱視3名であった。各参加者は、ロボットおよびドローンを1台ずつ使い、1時間の授業で、全員がロボットプログラミングおよびドローンの操縦まで行えた。また、その後の休み時間30分で、一部の児童がドローンのプログラミングまで行えた。

5. 結言

晴眼盲弱を区別せずプログラミング可能なドローン教材を開発した。現在、移動ロボットおよびドローンは、盲学校で活用中である。今後は、子どもたちが本教材を使用した場合の課題抽出、ならびに、ドローンプログラミングにおける条件分岐の学習方法を検討していく予定である。なお、本研究は、文科省科研費(20K03240)によるものである。

参考文献

- 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.
- 家永, 木室他, "移動ロボットとテンキーパッドを利用する視覚障害のある児童生徒のためのプログラミング教材", 信学論D, Vol. J98-D, No.1, pp.52-60, 2015.
- 木室, 家永他, "10キープログラミング教材による地域ICTクラブの実践", 情報教育シンポジウム(SSS2019), 2019.
- D. Bau et.al, "Learnable Programming: Blocks and Beyond", Communications of the ACM, pp. 72-80, 2017.