

LEGOMINDSTORM と機構を使ったロボット

板本 周平

1. LEGO のプログラム

LEGO MINDSTORM で使用できるモーターの動き等を制御できる機能です、プログラミングと聞くとC言語やJAVA みたいに経験がある程度必要で難しそうと思ってしまうがちですが MINDSTORM で採用しているプログラミングは「モーターを動かせ」「モーターを止めろ」等のブロックを線で結んでフローチャート式に組み上げるだけの簡単な仕様になっています。

2. プログラムの利点

このゼミナールでLEGOを使って研究する事は主に機構です、機構は単純な動きから複雑な動きに変換させる応用技術で、機構の開発・応用が蒸気機関車など人類の文明発展に大きく影響を与えました。しかし、今回のゼミナールでLEGOで作った機構では思い通りに動かすためには限界があります、その限界を超えるのがプログラムであり、機構だけではできない事を可能にするのがプログラムの利点なのです。

3. プログラム方法の簡単な解説



図 1

図 1 はプログラミングを行う画面です、青信号がプログラムの開始位置を表し、赤信号がプログラムの終了を意味します、この間に命令ブロックを設置し、ワイヤーで繋ぐ事でプログラムを作り上げます。



図 2

図 2 が命令ブロックです、命令ブロックにはモーターを時計回り・半時計回りに回す処理、ランプを点灯させる処理、機能を止める処理、処理を何秒行か指定する処理、センサーに反応があるまで待つ処理、音を鳴らす処理、等々種類が豊富です。



図 3

図 3 が命令ブロックにくっつけて使うモディファイアというものです、モディファイアは命令を具体的にするために必要で、例えば緑色の A と書かれたモディファイアを「モーターを時計回りに回転させる」命令のブロックに接続させる事で「A ポートに接続されて

いるモーターを時計回りに回転させる」というより具体的な命令が完成します，さらに青色の3が書かれているモディファイアを接続すると「Aポートに接続されているモーターをパワー3(5段階の内の3)で時計回りに回転させる」という命令になります。

4. プログラムと簡単な機構を用いて作ったロボット

4.1. お茶運び人形



図4 自分が作ったお茶運び人形



図5 一般的に知られたお茶運び人形

お盆を持った人形の座敷からくりの代表作。お茶を入れた茶碗をお盆に載せると客までお茶を運び停止する。

自分が製作したこのロボットは物を台に乗せたら動き，乗せた物を取ると動かなくなる仕組みなので，からくりの方のお茶運び人形とは若干違う仕様になっている。

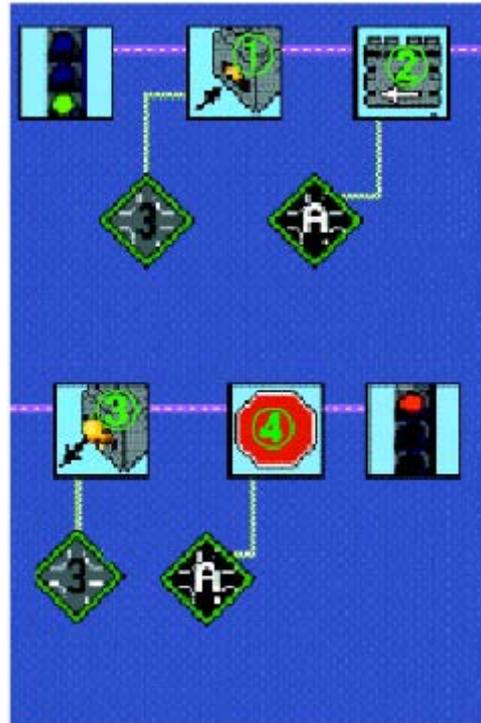


図6 お茶運び人形のプログラム図

- ①：ポート3に接続したタッチセンサーが押されるまで待機
- ②：ポートAに接続したモーターを右回転で作動させる処理
- ③：ポート3に接続されているセンサー(押されているままの状態)が押されていない状態になるまで②の処理を続ける処理
- ④：ポートAに接続したモーターを止める処理

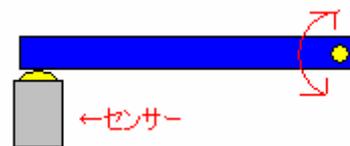


図7 台とセンサーの配置図

お盆の部分は上図のような仕組みにすることで物をどこに乗せても正常にセンサーが作動するようにした。

しかし本体の移動速度を遅くしなければ運ぶ途中で台の物を落としてしまう, そこでキャタピラ部分にウォームギアを採用した(ウォームギアは次ページで説明します)。

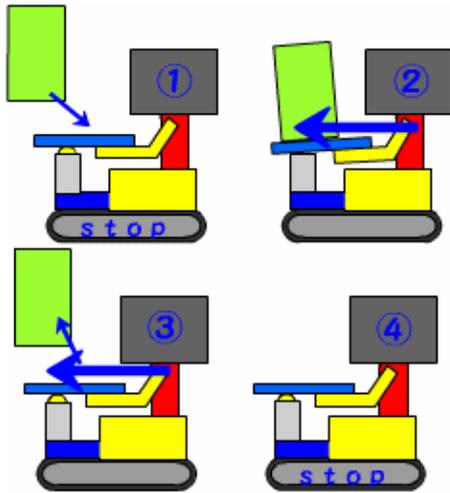


図8 お茶運びロボットの図

- ①: スイッチをつけた後ロボットはまだ止まっている状態。このロボットの台に物を乗せるとスイッチが作動する
- ②: スイッチが押されたためロボットがキャタピラでゆっくりと前進する
- ③: ②の状態でもロボットの台から物を取り除くとスイッチが元に戻り, 再びプログラムが進行する
- ④: ロボットが止まり, プログラムは正常に終了する

4.1. トイレットペーパーの芯運びロボット

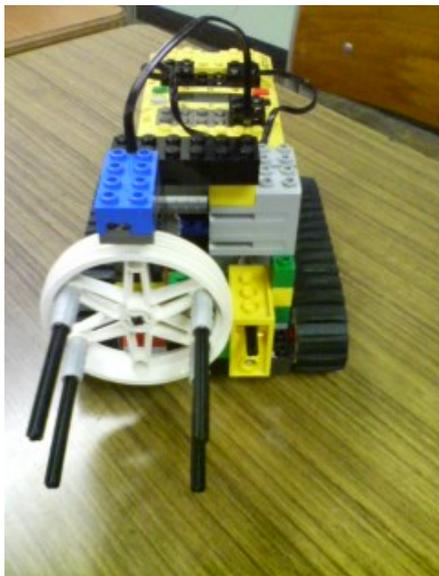


図9 トイレットペーパーの芯運びロボット

前方に付いている4本の棒で構成されたアームがトイレットペーパーの芯を持ち上げて, 少し後ろに運んだ後, 芯を離して少しバックするロボット。

このロボットの実用性は全然ないがプログラムはお茶運び人形よりも若干複雑な構造になっている。

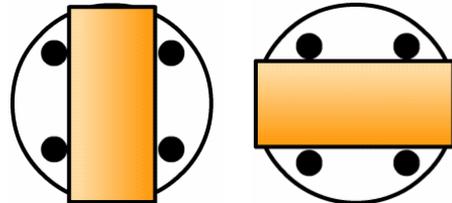


図10 トイレットペーパーをつかむ仕組み

図10はロボットのアーム部分のみを図にしたものです。つかむ前は左図のように縦に置かれているトイレットペーパーの芯を左右2本のアームの間に挟めるようになっている, そしてその後右図のように90°回転させる事でトイレットペーパーの芯を落とすことなく運ぶ事が可能になる。



図11 ウォームギア

このロボットのアームはゆっくりと動かさなければ上手く芯を取る事ができない, そしてロボット本体もゆっくり動かさないと芯が吹っ飛ばされてしまう, そこでロボットのキャタピラ部分とアーム部分に上図のウォーム歯車を採用した。

ねじ歯車(ウォーム)とそれに合うはす歯歯車(ウォームホイール)を組み合わせたもので, 1段で大きな減速比が得られる。他の歯車機構に比べてバックラッシュも小さくできる。一般的にはウォームの回転により「ウォームホイール」が回転するが, 状況により逆も可能である。ウォームのねじり角が安息角(摩擦角)より大きければ逆駆動は可能である。その

要件として、

- ①ウォームの径が小さいこと
 - ②ウォームの条数(ねじ山の本数)が多いこと
 - ③高性能な極圧潤滑材の使用
- が挙げられる。オルゴールのガバナーや自動車のステアリング・ギヤにはこの方式が採用されている。また、高級な鉄道模型の駆動にも採用されている。

このウォーム歯車という機構はねじ状の歯車(図中の左側)が回転すると円形の歯車(図中の右側)が回転する仕組みになっており、この機構の大きな特徴は、この機構1つで回転数を大きく下げる事が出来る事、そして動作が一方通行である事(左の歯車が回る事で右の歯車が回るがその逆は起こらない)である。

このロボットではトイレットペーパーしか運んでないがトイレットペーパーの中に重りを入れてある程度重くしなければ上手くアームに収まらない、トイレットペーパーと同じサイズのものならもっと重たい物も運べるはず。

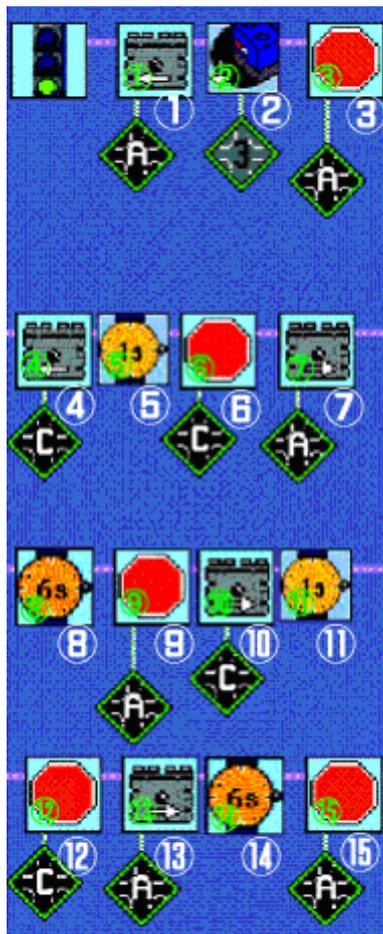


図 12 トイレットペーパーの芯運び人形のプログラム図

- ①: ポート A に接続されているモーター(キャタピラを動かすためのモーター)を順回転で回す
- ②: ポート 3 に接続されている光センサーが感じ取る明度が一定以下になるまで①を続ける
- ③: ポート A に接続されているモーターを停止させる
- ④: ポート C に接続されているモーター(アームを動かすためのモーター)を順回転で回す
- ⑤: ④を 1 秒間だけ行う
- ⑥: ポート C に接続されているモーターを停止させる
- ⑦: ポート A に接続されているモーター(キャタピラを動かすためのモーター)を逆回転で回す
- ⑧: ⑦を 6 秒間だけ行う
- ⑨: ポート A に接続されているモーターを停止させる
- ⑩: ポート C に接続されているモーター(キャタピラを動かすためのモーター)を逆回転で回す
- ⑪: ⑩を 1 秒間だけ行う
- ⑫: ポート C に接続されているモーターを停止させる
- ⑬: ポート A に接続されているモーター(キャタピラを動かすためのモーター)を順回転で回す
- ⑭: ⑬を 6 秒間だけ行う
- ⑮: ポート A に接続されているモーターを停止させる

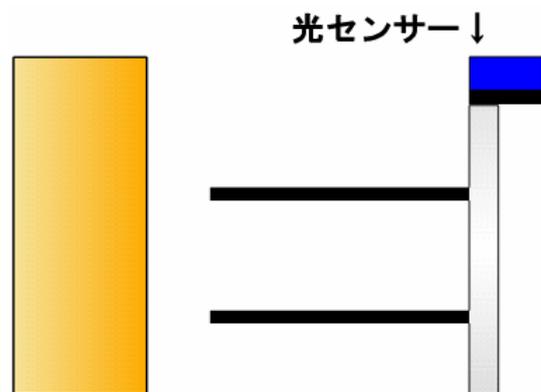


図 13 トイレットペーパーの芯がアームに収まった事を確認し、拾う仕組み

- ①: まず芯がアームに収まるまでロボットは
ゆっくり前進する

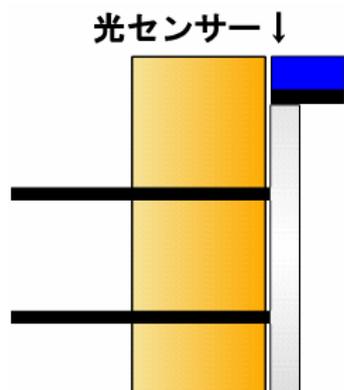


図 14

- ②: アームに芯が収まった時、光センサーと
芯が密着することによって光センサーが
暗くなったと認識する

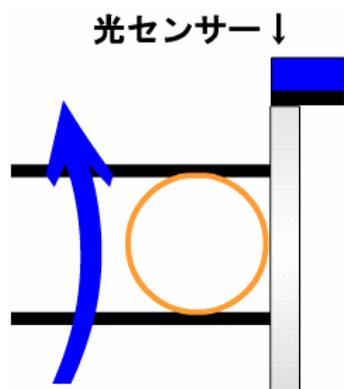


図 15

- ③: アームが 90° 回転し、芯は横向きになる、
これで芯を拾う動作は完了する

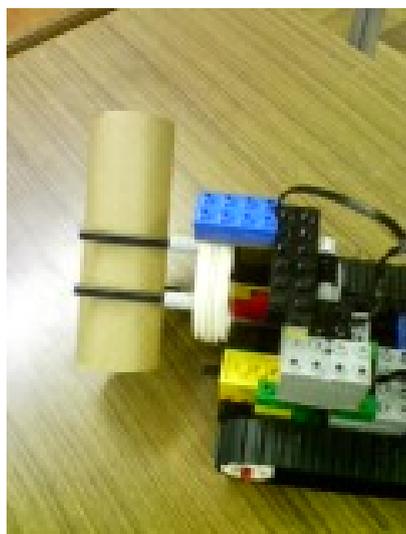


図 16 芯をつかんだと認識した後
アームを回して拾っている様子

5. あとがき

このゼミを始める前、電動で動かす事ができる LEGO があることを知っていましたが、まさかこんな形で触れるとは思いませんでした、学校卒業後も個人で買って楽しんでみようと思います。