

合体ロボット (Self-Organization robot)

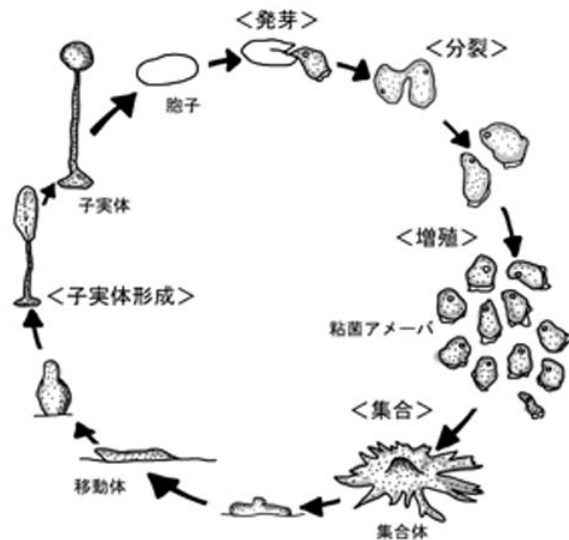
Hideki Matsumoto Shinichi Itakura Kaoru Nakano

Tokyo University of Technology

はじめに

合体ロボットは、合体を行うそれぞれのロボット(ユニット)に着目した場合、次のような二つに分けられる。一つはユニットが全く異なる機能を持つもの、例えば、それぞれ、センサ、アクチュエータなどを持ったユニットが合体することで一つのロボットとして活動するもの、もう一つは、すべてのユニットが複数の機能を持ち、合体を行った後、分化を行い機能が発現して、ユニットどうしにおける相互作用によって一つのロボットになるものである。本研究では、第二の立場で、この合体ロボットの実現を目指す。

1. 生物にみる合体



文献 1)より

図 1 . 細胞性粘菌のライフサイクル

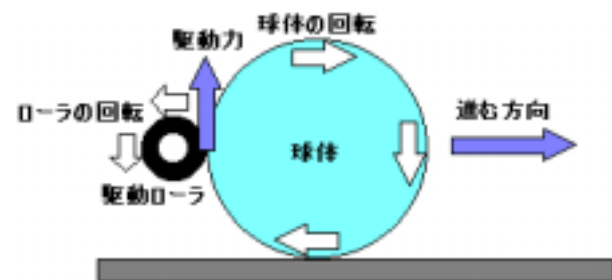
同一ユニットにおける合体は、生物の世界では、ごくあたりまえに行われている。その中でも特に興味深い生物に細胞性粘菌と呼ばれている生物が存在する。この粘菌は土壌表層に広く分布しており、その生活様式(図1)の中に、集合という行動がある。この集合は、粘菌の餌となる大腸菌やバクテリアが、その粘菌の生活環境で不足してしまったときに、粘菌どうしが集まり、子実体と呼ばれる胞子格納庫を形成し、餌の無い期間をやり過ごす。子実体を形成する

前に、移動体と呼ばれるもので、移動を行った後に子実体となるのだが、この集合から移動体が出るまでが今回の合体ロボットでのヒントとなっている。

2. 合体までの工程

細胞性粘菌のライフサイクルのように、合体ロボット完成までに集合・結合・分化のように段階を分けて研究を行う。集合は、ユニットが単独状態から仲間を見つけ、より近くへ集まっていく動作を指しており、ユニットどうしが近くに存在しない場合は合体できない。結合は集合を行った後、ユニットどうしの連結方法の部分である。連結するといっても、ただつながればいいというわけではない。ユニットどうしが互いにコミュニケーションまたは認識をする。最後に分化だが、ここでは分化における機能が重要となる。合体による高度な機能の獲得は、将来のことと考え、光に向かう機能の獲得を目指す。

3. ユニット仕様



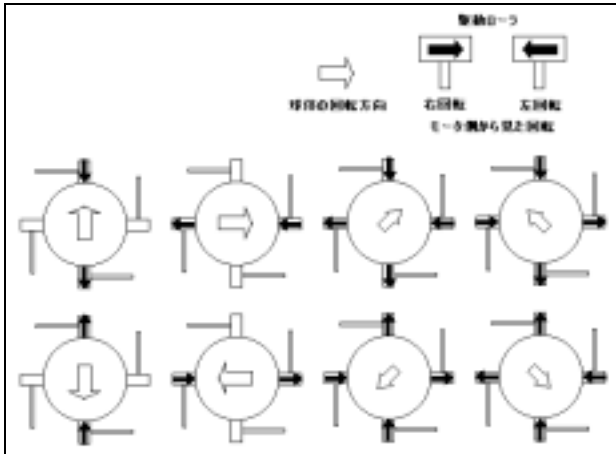
文献 2)より

図 2 . 球体駆動原理

ユニットはそれぞれ自律して動作すること考え、それが合体することで、一つのロボットとなることを目指す。

ユニットにおける普通の車輪による走行を考えた場合、前後左右の区別が生じてしまう。一方、単純な生物を考えた場合、それらは前後左右の区別なく移動をしているように思われる。そこで、ユニットに必要とされる移動方法は全方向移動を採用しようと考えた。全方向移動と

して採用したのは、球体を使用した球体駆動と呼ばれる手法（図2）である。



文献 2)より

図3．全方向移動原理

また、ユニット自身、階層的に集合・合体・分化に関する層を設け、それぞれが動作し、情報が統合されユニットの最終的な機能が発現するものを考えている。例えば、合体する前は、移動不可能だった場所が、合体することによって移動可能となるようなものである。

4. 試作機

図は実際にモータを取り付け全方向移動ユニットの試作機である。試作機では、全方向移動を実際に動作確認するために PIC マイコンによるモータ制御を行った。

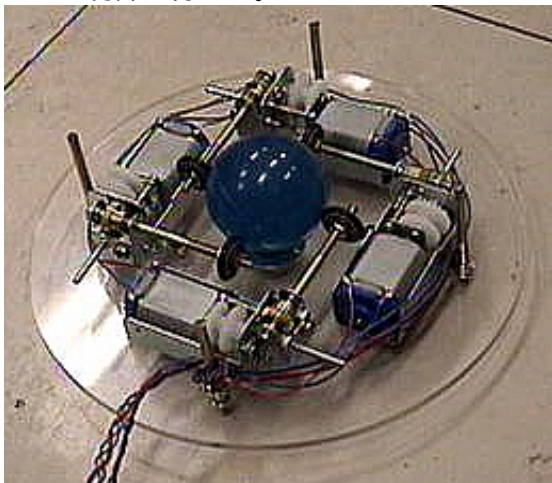


写真1．全方向移動ユニット試作機

5. 機能と制御

試作機のようなユニットを用いて、実験を行う前に、コンピュータによって、合体における機能獲得のシミュレーションを行った。

シミュレーション条件として、各ユニットは

一方向に受光素子をもっており、受光素子に光があたるとその方向に移動するものとする。また、ユニットどうしの情報交換は、結合した相手の受光量が自分の受光量より多いとき、受光素子が取り付けられた方向に移動するものとする。

単体のときのユニットは、光があたるとその方向に移動を行うが、光が横にそれた場合は、光を追いかけることはできず、停止してしまう。一方、合体を行って二つのユニットがつながった場合は、各受光素子の受光量の違いにより移動が行われるため、光に対して直線的な動きしかなかった単体のときとは違い、より柔軟な動きを見せた。

この結果から、単体のときは出来なかったことを合体することで出来るようになるようなロボットを作成することが計算機シミュレーション上では示された。さらに、これらの結果をふまえて、実際にハードウェアユニットへのセンサ搭載を試みている。

6. 今後の展望

ハードウェアユニットに集合を行わせるための方法に光を用い、互いに発光し受光することで集合行わせる。また、そのままの光で集合を行わせようとすると、外部の光に反応し、集合がうまく行かない場合が考えられる。光に赤外線を使用し特定の信号をのせて、その光以外では集合が出来ないようにし、効率よく集合を行わせることを目指す。結合の部分の後回しにし、ユニットの相互作用における情報処理アルゴリズムを考え、総合制御、部分制御を行っていく。

7. 参考文献

- 1)前田 靖男：モデル生物 細胞性粘菌、アイピーシー、2000
- 2)井出 蔓盛：サイエンス・シリーズ ボールで動くロボットの製作、パワー社、2001