

論文要旨

自己再構成型人工生命の挙動生成シミュレーション

先端表現情報学コース

49-126310

耿 金洋

手作業で挙動や形態を作ることが難しいものをシミュレーションによって簡単に生成できることが、人工生命の研究の利点の 1 つである。3 次元物理シミュレーションを導入すれば、ロボットなどを実作する手間を省いてより現実に近い挙動や形態を生成することもできる。一方、立方体型の人工生命の挙動を生成する研究も多く行われており、同一形状のユニットを組み合わせることで多様な挙動を実現できるモジュールロボットも実際に制作されている。このような研究は実現性の視点がより強いものであるが、挙動や形態の定義は人為的に行わなければならなかったため、多様性に欠けるものであった。本研究はこの実現性の視点と人工生命の利点を組み合わせることで、より多様性に富んだ挙動や形態を生成できるモデルを提案する。人工生命を構成するパーツを 1 種類に統一することで、同じユニットを再利用して異なる挙動や形態を実現でき、将来的にモジュールロボットへの発展も期待できる。また人工生命の利点を活かし、挙動や形態を人為的に与えるのではなく、両者を同時に自動生成させることで多様性も保つことができる。生成される生命体の多様性を担保するために、挙動に関する規則と進化シミュレーションにおける手法の両方に関して新たなモデルを提案する。

本研究では最小単位のユニットとして、立方体に 1 箇所切れ目の入った形状(以下「キューブ」と呼ぶ)を用いた。キューブは切れ目に垂直な軸で回転し、キューブの面で他

のキューブと固定ジョイントによって結合できる。こうすることで、結合の場所や位置によって動きの多様性を確保できる。キューブの回転規則は、それぞれが固有のサイン波（以下「ペースメーカー」と呼ぶ）を持つものとし、予め設けた上限や下限の閾値を境界として時計回りの回転、反時計回りの回転、無回転を実行する。キューブが結合した際に全体として統率の取れた動きとなるように、ペースメーカーの値も直接結合しているキューブから影響を受けるものとする。また、人工生命体の進化をシミュレーションするには、個体に「体力」の概念を導入し、シミュレーション空間に「エサ」を配置する。生命体の体力の値やエサを捕食できたかどうかによって、複製およびキューブの追加、キューブの切離、死滅の操作を行う。これにより、世代の概念を除外し、一連の時間の流れの中で複数の生命体の進化をシミュレーションすることができる。生命体へのキューブの追加だけではなく切離も取り扱うことで、複数の進化のルートを確保することができる。また明示的に適応度関数を用いていないため、例えば速度が遅くても移動し続けることができる生命体も生成できるようになる。

以上の提案手法を用いてシミュレーション実験を行い、多様な挙動や形態を持つ生命体を生成できた。本来同一の形状であったキューブは挙動の規則と結合位置によって、異なる役割を果たしていることを確認した。また、ペースメーカーの結合によって統率の取れた挙動を生成することが可能であることも示された。進化シミュレーション全体を俯瞰した場合、複製や切離を進化規則に取り入れたことで局所的探索が可能であることが明らかになった。