

柔らかい形態機能を持つ「軟生機械」における ソフトメカニクスとその機能創出の研究

Study on Softmechanics and Function Creation in Morpho-Functional Machines

(研究プロジェクト番号：JSPS-RFTF 96P00803)

プロジェクトリーダー

原 文雄 東京理科大学工学部・教授

コアメンバー

中曽根祐司 東京理科大学工学部・教授

嘉数 侑昇 北海道大学大学院工学研究科・教授

横井 浩史 北海道大学大学院工学研究科・助教授



1. 研究目的

アメーバ状ロボット、柔軟クラスタロボット、顔表情ロボットを開発設計製作し、それらの柔らかい形態機能の特性とその発現メカニズムを形態、材料及び制御の観点から実証的に解明し、新しい機械のコンセプト「軟生機械」のソフトメカニクスと設計原理を提案し未来の機械システムを開拓する。

性を解析し6基本表情について高い表出特性を実現した(図3)。顔ロボットの眼球内に装備された CCD カメラからの顔画像から人の顔表情認識をするソフトをも開発した。これらにより、顔ロボットと人との社会的インタラクション実験から高次知能の発現特性解明の実験ができる。

2. 研究成果概要

2.1 柔軟クラスタロボットの形態と機能創出

自律移動ロボットモジュール2から構成され、複合路面で長尺物運搬をする協調ロボットシステムにおいて、その形態と学習知能の関連特性を解明した。物理的に結合した多モジュール構成のクラスタロボットシステムを製作し、その対象物認識と捕握機能と形態特性との関係を明らかにした(図1)。また通信で結合しているクラスタロボットシステムにおける通信ネットワーク形成機能とモジュールの知能の多様性との関係を計算科学の方法で明らかにした。



0sec 30sec 60sec 90sec 140sec
図1 クラスタロボットシステムによる対象物捕握

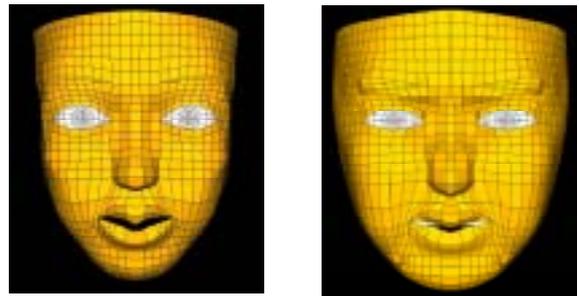


図2 顔表情の FEM 生成



図3 顔ロボットの機構と喜び表情

2.2 顔表情ロボットによる写実的顔表情生成と表情認識

人の顔の目、眉、口などの顔器官の形態的・ソフトメカニクスの変形から「感情」という社会的情報の生成を、顔面皮膚の3次元 FEM モデルの大変形解析として ABAQUS 上で開発し実現した(図2)。また顔部位の動きを記述するアクションユニットの組み合わせの仕方と顔面皮膚材料の変形物理を活用して、実寸大顔表情ロボット2号機を製作し、その表情表出特

2.3 アメーバ状ロボットの開発研究

(1) ユニット群モデルの計算機シミュレーション

ユニット群の群集運動の種類と機能を確認するために、計算機シミュレーションによりその様相表現を試みている。実験では、波動的ポテンシャル関数をユニット間通信に用いるとともに、酔歩的パラメータ探索により、ユニット群の集合と協調動作が実現されることが確

かめられている。図4では波源に設定されたりワード領域を目指してユニット群が障害物回避運動を行っている様相を示している。

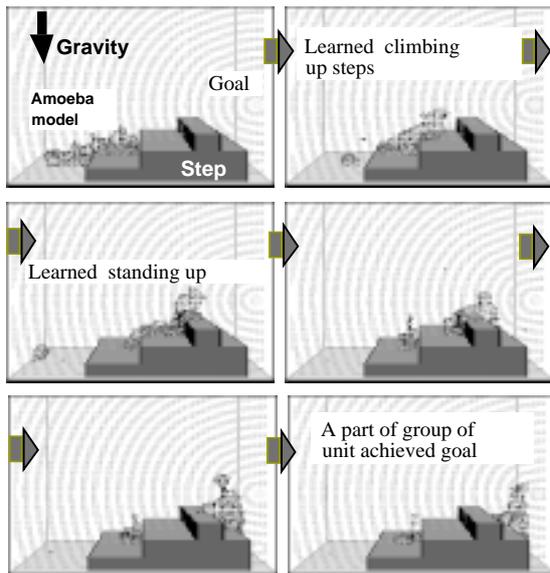


図4 ユニットグループモデル

(2) 細胞イメージの解析による運動法則の抽出

実際の細胞性粘菌(NC4)の顕微鏡画像を解析することにより、ユニット群の発生するポテンシャル関数を同定することを試みている。ユニット群がアメーバ(NC4)の画像をトレースしている状態を示したでは、NC4の外形の時間的変化を追跡し、その周期性を抽出することに成功している。

(3) ユニット群型アメーバ状ロボット

形状記憶合金、差動モータをアクチュエータとし、光および音を見知するためのセンサーと通信機能を備えている。運動はユニットに設置されたアクチュエータにより、ユニット群全体の形状変形により実現される。現段階では水平面状の揺動運動により並進および回転などの基本運動が実現される(図5)。

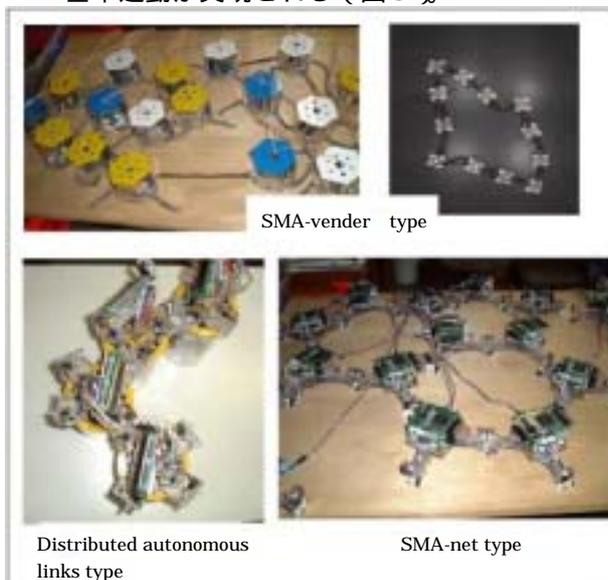


図5 ユニット型アメーバ状ロボット

(4) 流体型アメーバ状ロボット

流体金属駆動用のMHD格子を用いて、水銀球の運動制御を行うことにより、形態と運動の制御を実現した(図6)。

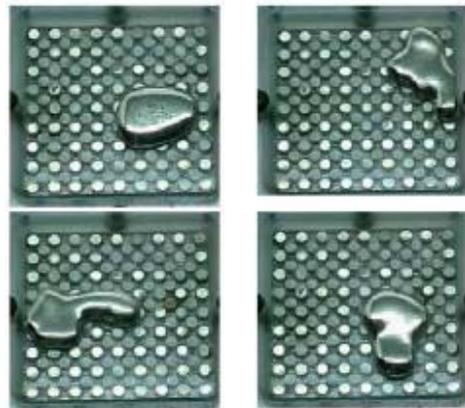


図6 液体金属型アメーバ状ロボット

3. まとめ 軟生機械の設計原理

「形態機能をもつ軟生機械」は形態と材料と制御とをもつ身体性人工物システムで、その身体の材料の柔らかさと機構的柔軟さゆえにその行動と機能に柔軟性と適応性を発揮できる。このシステム原理を、軟生機械と外界との動力学的インターアクションにおける材料特性、形態特性、及び計算特性のエコロジカルバランスと言う新しい設計原理として構築した。

参考文献

- 1) Hiroshi Kobayashi and Fumio Hara, "Face robot-soft materials and multiple actuation for facial expressions", Int. Workshop on Morpho-functional Machines, pp.75-88, 2001
- 2) Fumio Hara, Rolf Pfeifer, and Kohki Kikuchi, "Design principles of morpho-functional machines that shapes embodied intelligence", Int. Workshop on Morpho-functional Machines, pp. 295-316, 2001
- 3) 嘉数侑昇, 横井浩史, 俞文偉, 「アメーバ状ロボットへのアプローチ」, 日本ロボット学会誌, Vol. 19, No.7, pp.43-49, 10月, 2001
- 4) Hiroshi Yokoi, Takashi Nagai, Takashi Ishida, Masaru Fujii, Takayuki Iida, Wenwei Yu and Yukinori Kakazu, "Amoeba-like robots in the perspective of control architecture and morphology/materials", International Workshop on Morpho-functional Machines, Shaping embodied intelligence the morpho-functional machine perspectives, pp.136-164, 2001

