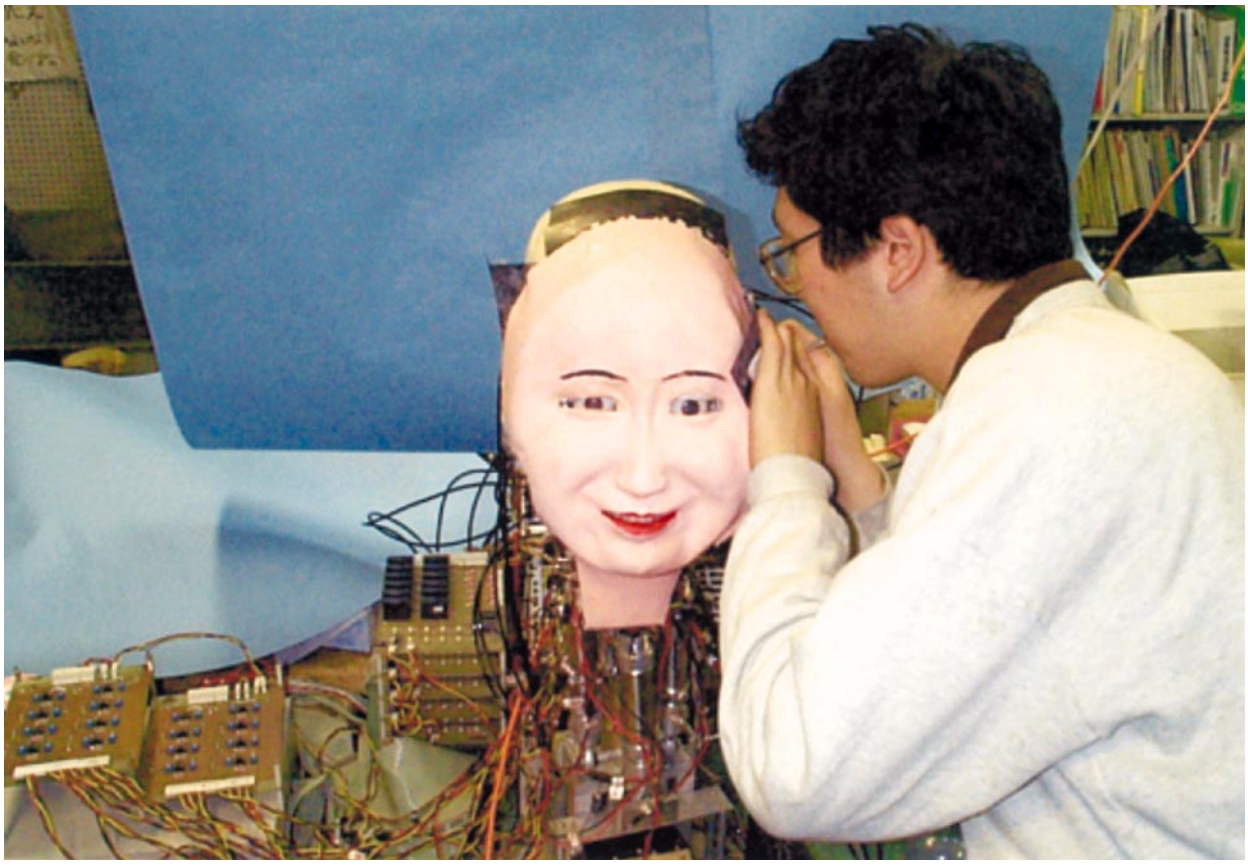
平成８年度開始未来開拓学術研究推進事業研究プロジェクト
理工領域 「マイクロメカトロニクス・ソフトメカニクス」研究推進委員会

Study on Softmechanics and Function Creation in Morpho-Functional Machines

柔らかい形態機能をも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

プロジェクトリーダー　原　　文　雄
東京理科大学　工学部　教授



1．研究の目的

これからの高度情報化と高年齢化の社会においては、機械を子供、高齢者、弱者、専門外の一般の人が利用し、その生活支援、福祉に役立てることが大切となります。このような機械の活用においては、機械は人を優しく支援し、人と優しく協力作業し、人に優しくサービスする機能を備え、人に親和感と安心感を与え、人と共存できるものにする必要があります。

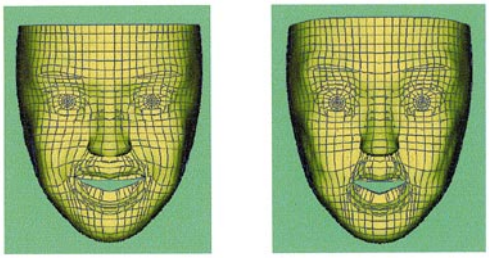
柔らかさ、優しさ、温かさ、分りやすさなどの「感性機能」と柔らかい動作、状況に応じた多様な適応動作などの「柔軟機能」を機械に具備するための学術的基礎としてのソフトメカニクスの確立とそれに基づく高度機能機械の革新的設計の原理を開拓することは､新しい学術分野の開拓に多大の貢献をなし、その成果は生活支援、老人介護、リハビリテーション支援の人間支援機械の開発、また優しく柔らかな表現動作に基づく精神医療支援機械やインターラクテイブ芸術メデイアの開発などに応用され、人間生活、福祉、医療及び文化の創造の面で社会に極めて大きな貢献をもたらすと期待されます。

本研究プロジェクトでは、アメーバや柔軟動物、愛玩動物や人の顔などが有する「柔らかい形態機能」の特性を類型化し、それぞれの代表類型の機械として、アメーバ状ロボット、柔軟クラスタロボット及び顔表情ロボットを設計製作し、それらの柔らかい形態機能の特性を実証的に解明して、柔らかい形態機能を持つ「軟生機械」のソフトメカニクスとその機能創出の新しい設計原理を確立することを目指しています。

JSPS-RFTF 96P00803

2．研究の内容

アメーバや柔軟動物、人の顔表情などが有する「柔らかい形態機能」を創出できる高度自律機械「軟生機械」の基幹学術として、外界の環境状況を認識するセンサー機能、柔らかさ、優しさなどの柔軟機能と感性機能を創出する知能情報処理機能、及びそれらの表現としてロボットの形態変様機能を取り上げ、それらの機能創出のメカニズムとソフトメカニクス的特性を解明し統合して軟生機械を開発することを具体的な目標とします。研究は次の５つの課題に分けて実施され、「軟生機械」の設計原理の確立のために総括グループを設立しています。



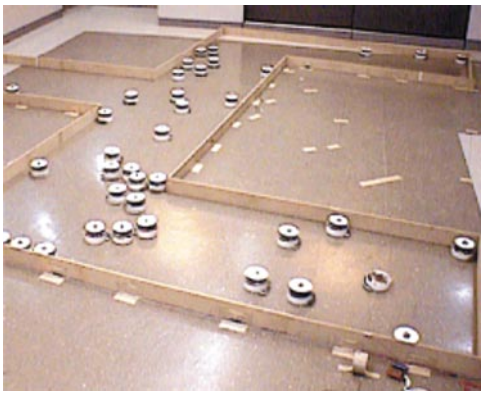
CG Facial Expressions

(1) 軟生機械材料の柔らさの力学と顔表情のコンピュータグラフィックス（中曽根Ｇ）

柔らかい形態機能を持つ軟生機械の材料である生体材料や高分子人工生体材料の力学的特性のデータベースを作成し、その柔らかさの力学を解明します。そして筋肉や皮膚の柔らかい動きとして人の顔表情を、３次元有限要素法を用いたコンピュータ計算で作り出せるソフトウエアを開発しています。

(2) 柔軟クラスタロボットシステムでの柔らかい形態機能（原Ｇ）

環境に応じて柔らかい形態機能を発現する軟生機械の代表として、(a) ２台の自律移動ロボットが長尺物を運搬する時の形態を凹凸路面にあわせて変化させる知能、(b) 多数の自律移動ロボットが連結して移動や荷物運搬をする時の形態を環境条件に合わせて変化させる知能、(c) 多数の自律移動ロボットが分離して移動と通信をして与えられた仕事をする時、通信ネットワーク形成に必要な知能を、具体的に自律移動ロボットを製作し実証的に研究しています。



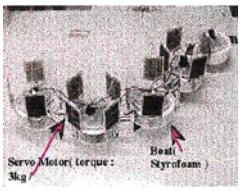
Multiple Robotic System

(3) 顔ロボットの表情表出と人とのコミュニケーション（原Ｇ）

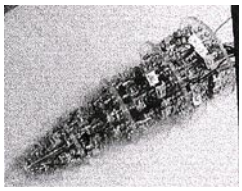
人とのコミュニケーションする環境において、顔表情という柔らかい形態機能を発現できる顔表情ロボットのための顔表情の視覚認識の技術を開発し、どのような顔表情を人に表出するかをきめる人工感情のモデルを構築しています。そして豊かな顔表情の表出のできる顔ロボットの設計製作とそれを用いての人とのコミュニケーションの特性を解明することを目指しています。また音声と顔表情との統合は顔ロボットと人とコミュニケーションをより現実的にするうえで大切であり、そのための発話時の口形状表出のできる口唇ロボットを開発しています。

(4) アメーバ状ロボット（嘉数Ｇ）

アメーバなどの粘菌生物が隘路においてみせる超柔軟な行動パターンを模擬して、自己組織的動作を作り出す機械システム、即ちアメーバ状ロボットを開発しています。具体的には (a) ヒトデ型ロボット、(b) 冗長自由度リンク型ロボット、(c) 柔軟シート型ロボットを試作し、環境に即してその形態を変様することから運動機能が作り出せることを示せました。



Distributed Autonomous Links



Star Fish Type

(5) 機能発達のメカニズムの解明と人工感情（和田Ｇ）

人と付き合うロボットでは、その人に合わせてロボットの機能を発達させることが大切であります。小型自律移動ロボットに小型カメラを装備して人の状況を認識しその人の趣向に対応できる能力を備えるために必要な知能の研究をしています。これは、ロボットの優しい行動や柔軟な行動の決定をする人工感情の構築に応用されます。

Khepera with Vision

Synthetic Dog

3．研究の体制

期　　間：1996年10月　－　2001年3月

構　　成：プロジェクト・リーダー１名、コアーメンバー３名、研究協力者11名で構成されています。この他に、下記の研究室に所属する大学院生がこの研究プロジェクトに参加しています。

実施場所：この研究の主拠点は東京理科大学ですが、他の国内外の大学との協力方式で研究プロジェクトを推進しています。東京理科大学原研究室、中曽根研究室、岡村研究室、北海道大学嘉数研究室、横井研究室、和田研究室、スイス チューリヒ大学人工知能研究室、が緊密な連絡と年2回のワークショップの開催および総括グループによる研究方針の討論を行っています。