

論文審査の要旨及び担当者

No.1

報告番号	甲 乙 第 号	氏 名	村松 充
論文審査担当者	主 査	政策・メディア研究科委員 兼環境情報学部教授	脇田 玲
	副 査	政策・メディア研究科委員 兼環境情報学部准教授	笥 康明
		政策・メディア研究科委員 兼環境情報学部教授	中西 泰人
		東京大学大学院情報学環教授	山中 俊治
学力確認担当者：			
(論文審査の要旨)			
村松充君の博士論文は、「運動時のなめらかな外観印象を実現するロボットデザインの研究」と題し、7章から構成される。			
<p>知能化した機械システムとしてのロボットは、現在様々な形で私達の生活に導入されており、動きを伴うロボットは今後より増えることが予想される。自律的に動作し、物理的な動きを伴うロボットが人間と共存するためには、ロボットが人間に与える印象を適切に設計する必要がある。</p>			
<p>従来の人工物では、形や色といった外観要素を操作することで、人に与える印象を設計してきた。一方、物理的な動きを伴うロボットにおいては動きも外観を構成する要素の一部として認知される。本論文では、時間軸も含めたロボットが人にもたらす視覚的印象を 4D Appearance と定義し、人に受け入れられ親しみやすく感じるロボットの 4D Appearance として、柔らかい身体を持った生物の特徴である、なめらかな形および動きを実現することを課題とした。</p>			
<p>これまでロボットのデザインにおいては、生物の形や動きを引用するプロセスが行われてきた、しかし、生物と人工物は素材や設計原理が異なり、人工物で生物を再現することは困難である。本研究では、人に親しみやすく感じられる生物の 4D Appearance の要素を抽出し、人工物の素材や特性を利用してこれを実現する手法を探った。柔らかい身体を持つ生物の 4D Appearance の特徴として、「形の時間変化がなめらかで連続的であること」「動きの時間変化がなめらかで連続的であること」と定義し、これを満たす 4D Appearance を持つロボットデザインを提案した。</p>			
<p>第1章では、本研究の背景として人間共存型ロボット研究の現状、生物と人工物の差異による生物型ロボットの問題について述べた。そのうえで、人工物において生物や自然物のもつ性質を引用することが、人間の身体に近い印象をもたらし、親しまれてきた背景を述べ、ロボットの動きも含めた外観のデザインとして、生物のようななめらかな印象を実現する本研究の目的について述べた。</p>			
<p>第2章では、これまで行われてきたロボットの形のデザインの研究事例、動きのデザインの研究などの先行事例を整理し、研究の位置づけを行った。</p>			
<p>第3章では、なめらかな形の時間変化を実現する手法として、円断面の屈曲したパイプ形状を回転関節によって捻るように回転させることで外装の曲率連続性を保って運動する構造を開発し、この手法によって実現した、軟体動物のような柔らかい 4D Appearance</p>			

論文審査の要旨及び担当者

No.2

を有するプロトタイプ **Flagella** について述べた。展示によって、**Flagella** が観察者に柔らかいものに変形するような印象を与えられたことを確認した。

第4章では、人とのインタラクションにおいてなめらかさを実現するプロトタイプとして、弾性素材の支柱によってセンサを保持し、支柱を曲げることで身体をくねらせるような動きを行うロボット **Planula** を提案した。弾性による変形によって形のなめらかな変化を実現し、基本動作やインタラクション動作をなめらかに行う制御手法を開発した。

第5章では、重力に抗って立ち上がるという生物の根源的な動作原理において、なめらかな **4D Appearance** を実現するプロトタイプ **Apostroph** について述べた。立ち上がる動作においては、身体形状と地面との相互作用が動きに影響を与える。**Apostroph** では、動作角度に制限のない関節と曲線形状をもつ骨格によって、動きの連続性と地面とのなめらかな相互作用を実現した。展示において、提案した身体構造から創発された動きも含めたロボットの外観が、鑑賞者に生物性の認知を与え、好意的に受け入れられることを確認した。

第6章では、これまでに述べたプロトタイプの製作においてなめらかな **4D Appearance** を実現するために行った操作、実現要件について考察した。また、形のデザインに加えて構造設計や制御設計が複雑に影響する **4D Appearance** の設計のために行ったデザイン手法、プロセスの特徴をまとめた。

第7章では、本研究の結論と今後の展望について述べている。

本研究では、「形の時間変化がなめらかで連続的であること」と「動きの時間変化がなめらかで連続的であること」を満たす3種類のプロトタイプを開発した。**4D Appearance** の設計には、一般的な人工物の外観デザインでは扱わない機械構造や制御手法も含めた設計が必要となる。本論文では、プロトタイプにおいて前述の要件を実現するために開発した構造、デザインのプロセスについて記述し、そこらに共通する性質や特徴をまとめている。また、プロトタイプの展示を通じて、これらが人に対して与える印象について考察を行っている。

ロボットの理想像として、人間のような身体を持ち、人間の行う作業を代替するような姿が描かれることが多いが、人工物の素材や動力、設計原理を用いる場合、人間の形をしたロボットが工学的にも効率的とはいえず、将来人間と共存するロボットにおいても、人や動物とは異なった身体を持ったものも増えると考えられる。本研究は、そのようなロボットにおいても、人に親しみやすさを与えるための **4D Appearance** を実現する手法を探ったものである。

これらの成果は、村松君が自立した一人の研究者として研究活動を行うための研究能力、及びその基礎となる学識を有することを示したものである。また、学位取得条件として原著論文に加え、アジアデジタルアート大賞のインタラクティブアート部門大賞を受賞するなど、研究成果を作品として社会に提示する **SFC**らしい成果も残している。よって、本論文の著者が博士（政策・メディア）の学位を受ける資格があるものと認める。