



Title	錯覚を利用したインターフェース：牽引力錯覚の生成手法と工学的実現
Author(s)	雨宮, 智浩
Citation	大阪大学, 2008, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/49267">https://hdl.handle.net/11094/49267</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> 大阪大学の博士論文について

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名	あめ みや とも ひろ
博士の専攻分野の名称	博士 (情報科学)
学位記番号	第 22169 号
学位授与年月日	平成 20 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 情報科学研究科バイオ情報工学専攻
学位論文名	錯覚を利用したインターフェースー牽引力錯覚の生成手法と工学的実現ー
論文審査委員	(主査) 教授 前田 太郎 (副査) 教授 松田 秀雄 教授 清水 浩 教授 四方 哲也

### 論文内容の要旨

本論文では、人間の感覚器への新しい情報提示の方法論として、物理現象の忠実な再現を目指すようなこれまでの提示手法とは異なる、錯覚利用インターフェースを提唱し、その端的な例として、人間の感覚ー知覚における非線形変換を利用した力覚提示手法を提案し、その工学的実現に必要な人間の知覚特性を調べ、インターフェースの設計の体系化を行った。

一般に人間に情報を提示するためには、その現象を物理的に忠実に再現した刺激を感覚器に受容させればよい。しかし、断続画像を滑らかな動画と知覚させるリフレッシュレートや音声圧縮のアルゴリズムに代表されるように、人間は感覚器から受容した刺激から物理現象をそのまま知覚するのではない。物理現象と知覚現象には相違があるため、物理世界で実現できないような現象も感覚的・知覚的に「錯覚」させることで表現可能となると考えられる。ここでいう錯覚とは、物理的には異なる刺激であっても人間が知覚的に等価な現象と解釈することで、正常な知覚現象であるにもかかわらず安定して知覚するものを指す。このように人間の知覚特性である錯覚を積極的に活用することで、これまでにない性質の情報提示が可能となると考えられる。

たとえば、引っ張られるような感覚、牽引力のような力感覚情報は、外部に固定されていない情報提示装置で物理的に生成することは事実上不可能であった。本論文では、ある物体の非対称振動が人間の感覚ー知覚における非線形変換によって牽引力のように錯覚させる情報提示手法を提案した。このような錯覚によって提示可能な牽引力感覚の表現能力を評価するために (i) 極性の判断、(ii) 方向の判断、そして (iii) 強度の判断に関して心理物理実験をそれぞれ行った。この結果から、錯覚を生起させるのに適した条件を明らかにした。また、非対称振動を生成するための機構を設計・実装すると同時に、小型化や多自由度化のために要求される課題についてまとめ、新しい駆動方式による非対称振動生成について論じた。さらにこの牽引力錯覚の提示手法の考察を通じて、本論文で提唱した錯覚利用インターフェースの設計指針を探った。その上で錯覚利用インターフェースがどのようにして体系化していくかを力覚提示手法の研究の展望をもとに論じ、基礎研究の域を脱することの少ない錯覚研究の工学的展開を目指した。

## 論文審査の結果の要旨

本論文では、人間の知覚特性を制約と捉えるのではなく、積極的に活用することで新しい感覚提示を実現する「錯覚利用インターフェース」を提唱している。この方法論をもとに牽引力感覚を錯覚させる手法を提案し、それに基づいた非対称振動を生成する機構を設計開発し、心理物理実験によってその有効性を評価している。さらに工学的実現に必要な人間の知覚特性を調べ、錯覚利用インターフェースの設計の体系化を行っている。本論文は全7章及び付録3章、188頁からなっており、1章では概要、背景、目的、および構成を示している。錯覚とは異なる性質の2つの物理現象を知覚的に等価な現象と判断する現象であり、従来は人間の情報処理メカニズムを解明するためのツールとして用いられてきた。本論文ではこの物理現象と知覚の相違を積極的に活用した錯覚利用インターフェースの体系化を目指している。2章ではこれまでの錯覚研究について整理し、錯覚を工学的に応用する錯覚利用インターフェースを提唱している。3章では錯覚利用インターフェース論に基づき、牽引力錯覚を生成する手法を提案し、手法について詳説している。錯覚利用インターフェースという方法論を用いることで、物理的には実現不可能な非固定での牽引力の提示を実現することを試みている。これは従来の力覚インターフェースの設計とは提示原理が根本的に異なり、人間の錯覚現象を工学的に積極的に利用しているため、仮説である牽引力錯覚が実際に生成されるかを調べ、どのような条件で効果的に知覚体験が起こるかを調べる必要がある。さらにそのような刺激を生成するための工学的実装についても議論する必要がある。本論文では前者を4章の知覚評価実験で、後者を5章の装置実装における工学的設計指針で述べている。4章では前章で提案された手法について、生成される牽引力の極性判断（知覚される力ベクトルの前後の判断）、方位判断（知覚される力ベクトルの向き）、および強度判断（知覚される力ベクトルの大きさ）について、被験者を用いた心理物理実験を行っている。5章では牽引力錯覚を生成するために必要な非対称振動を生成する機構と装置の開発について述べられている。非接地型で非対称振動を発生させるため、揺動クランクスライダ機構を用いた実験装置を設計開発している。開発した実験装置を用いた評価実験の結果から、実験装置の再設計と再開発が繰り返され、そのスパイラル型実装において装置開発における設計指針を得ている。6章では、得られた牽引力錯覚の生成手法の知見を通じて、錯覚利用インターフェースについての考察が述べられている。その中で、本論文で提案した牽引力錯覚の知覚メカニズムや、その工学的活用についての議論がなされ、さらに牽引力錯覚の研究の今後の方向を示すことで、錯覚インターフェースの研究がなすべき「基礎研究とエンジニアリングのスパイラル状の研究」を体現していることを示している。

以上のように、本論文の成果は、錯覚現象の科学的な検証とそれを用いた新しい感覚提示の工学的実現において客観性・再現性を保つと共に、その新たな知見に基づいた検証・考察を展開しており、新しい感覚提示手法の情報科学的研究に対して大いに貢献するものである。よって博士（情報科学）の学位論文として価値あるものとして認める。