

視覚と固有受容感覚を用いた 中点指示による空間知覚特性の研究

学位論文内容の要旨

人工現実感やテレイグジスタンスなど人間と機械とのインタフェースを考える場合、相互のコミュニケーションの手段として視覚、聴覚、固有受容感覚など複数が存在する。その中でも目に見え、手が届く程近い身体の正面にある空間で、人間は手と目を時には同時に使用してデスクワークや精密作業、飛行機の操縦など作業のほとんどを行っている。この領域で視覚と固有受感覚を統合した高度なヒューマンインタフェースを実現するためには、人間の持つ視覚と固有受容感覚の内部空間情報を機械の側でも把握することが必要となる。本研究の目的は、心理実験によるデータに基づいて人間の視覚系と固有受容感覚系の関係を明らかにし、工学的なシステムを構築する上での基礎的知見を得ようとするものである。そこで視覚と固有受容感覚間でそれぞれの方向に空間位置情報の伝達が行われる実験を設定し、視覚的な情報と固有受容感覚的な情報に対する空間知覚特性の検証を行った。

本論文は全6章と付録から構成されており、各章の内容は以下に示す通りである。第1章では、本研究の位置づけとして、ヒューマンインタフェースおよびセンサフュージョンについて触れ、章末で本研究の目的について述べた。第2章では、視覚、固有受容感覚の空間知覚特性について述べ、過去に提唱された空間知覚モデルおよび計算論的アプローチについて説明した。第3章では本研究で行う実験の意義、および実験概要について述べた。本研究はターゲットを呈示する方法と、ターゲットを指示する方法によって4つの実験を設定しており、それぞれの実験システムおよびプロトコルについて説明した。第4章では、視覚情報を用いた中点指示における空間知覚について検討した。上述の4つの実験のうち、ターゲット呈示方法に視覚情報を用いた2つの実験を行い、その空間知覚特性について検討した。2つのターゲットを視覚的に呈示し、その中点を視覚的に指示する実験と固有受容感覚的に指示する実験を行い、視覚を入力とした場合の知覚空間は、限定された条件内であれば線形性を保ち、アフィン変換を用いて近似することができることを示した。第5章では、固有受容感覚を用いた中点指示における空間知覚について検討を行った。ターゲット呈示方法に固有受容感覚を用いた2つの実験を行い、視覚性の知覚空間でアフィン変換によって近似できた知覚特性が、固有受容感覚を入力とした場合には近似できないことを示した。また、回転・平行移動係数では被験者ごとの個人差が大きく、傾向がみられなかったが、視覚を入力とした実験では拡大係数で約 1.2 倍に拡大したのに対し、固有受容感覚を入力とした実験では約 0.86 倍と縮小する傾向が全被験者間で共通にみられることをはじめて明らかにした。第6章では本研究で得られた視覚と固有受容感覚間での空間情報の伝達特性についてまとめ、今後の展望について述べた。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 山 本 克 之
副 査 教 授 河 原 剛 一
副 査 教 授 栗 城 眞 也
副 査 助 教 授 高 橋 誠

学 位 論 文 題 名

視覚と固有受容感覚を用いた 中点指示による空間知覚特性の研究

人工現実感やテレイグジスタンスなどヒトと機械とのインタフェースを考える場合、相互のコミュニケーションの手段として視覚、聴覚、固有受容感覚等の複数の感覚が介在することを考慮する必要がある。それらの中でも視覚と固有受容感覚を用いたヒューマンインタフェースは、飛行機の操縦やデスクワーク、精密作業、テレイグジスタンスなど数多く存在する。視覚と固有受容感覚を統合した高度なヒューマンインタフェースを実現するためには、ヒトの持つ視覚と固有受容感覚の内部空間特性を機械の側に反映することが重要であるが、これらの内部空間及びその相互関係については未だ不明の点が多い。

本論文は、心理物理実験によるデータに基づいてヒトの視覚系と固有受容感覚系の関係を明らかにし、より優れたヒューマンインタフェースを構築するための基礎的知見を得ることを目的として、視覚と固有受容感覚の空間位置情報が相互に伝達される実験系を設定し、視覚的な指標と固有受容感覚的な指標に対する空間知覚特性の検証を行ったものである。

第1章では、本研究の位置づけとして、ヒューマンインタフェース及びセンサフュージョンについて触れ、第2章では、視覚と固有受容感覚の空間知覚特性、過去に提唱された空間知覚モデル、及びその計算論的アプローチについて説明している。第3章では、情報の伝達が視覚のみ、視覚から固有受容感覚、固有受容感覚から視覚、固有受容感覚のみの4種の実験を導入する意義と、実験の概要について述べている。また、本研究で導入した中点指示法について述べている。

第4章では、4種の実験のうち、2個の指標を視覚的に呈示して、その中点を視覚的に指示させる実験と固有受容感覚的に指示させる2種の実験を行ない、視覚を入力とした中点指示運動における空間知覚特性について検討している。その結果、視覚を入力とした場合の知覚空間は、限定された条件内であれば線形性を保ち、アフィン変換を用いて近似できること、及びその知覚空間が拡大することを明らかにしている。

第5章では、4種の実験のうち、2個の指標を固有受容感覚的に呈示して、その中点を視覚的に指示する実験と固有受容感覚的に指示する2種の実験を行い、固有受容感覚を入力とした中点指示運動における空間知覚特性について検討している。その結果、視覚性の知覚空間ではその特性をアフィン変

換によって近似できたのに対し、固有受容感覚を入力とした場合には誤差が大きく、アフィン変換では近似できず、視覚を入力とする場合とは大きく異なる結果を見出している。また、視覚を入力とした実験では知覚空間が約 1.2 倍に拡大する傾向を示したのに対し、固有受容感覚を入力とした実験では約 0.86 倍と縮小する傾向が全被験者間で共通にみられることを明らかにしている。

第6章では、本論文で得られた視覚と固有受容感覚間での空間情報の伝達特性についてまとめ、複数の感覚が関与するヒューマンインタフェースの今後の展望について述べている。

これを要するに、著者は、視覚系と固有受容感覚系の空間位置情報が相互に伝達される実験系を導入し、視覚、固有受容感覚、及びこれら相互の空間知覚特性を調べ、ヒトの空間知覚に関する基礎的新知見を得たものであり、感覚工学の分野に貢献するところ大なるものがある。

よって著者は、北海道大学博士（工学）の学位を授与される資格あるものと認める。

以上