

## 論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第	号
------	-------	---

氏 名 MAT JUSOH Mohammad Azzeim Bin  
論文題目 The Human Recognition Mechanism of Thin Foil: an FEM and Psychophysical Investigation  
(FEM と心理物理学を用いたヒトの薄膜認識機構の調査)

### 論文審査担当者

主 査	名古屋大学教授	大岡 昌博
委員	名古屋大学教授	畔上 幸秀
委員	名古屋大学教授	北 栄輔

## 論文審査の結果の要旨

MAT JUSOH Mohammad Azzeim Bin 氏提出の論文では、ロボットにとって困難な作業の一つとして知られる薄膜のハンドリング技術の向上のために、特にヒトが持つ薄膜の厚さ判別能力の機構を明らかにして、それをロボットに適用することを目指している。論文は、以下の 6 章から構成されている。

第 1 章では、研究の背景、目的および方法論がまとめられている。すなわち、上述の目的の実現のために実施されるヒトの触覚の調査には、心理物理学と有限要素解析 (FEA) が有効であることが述べられている。

続く第 2 章では、本研究に関係するヒトの触覚認識についての知識が整理されている。はじめに、ヒトの感覚情報処理について一般的な解説を行った後に、主題の触覚について、文献を挙げて詳細な解説を行っている。その中でも、SA-I に伝搬する信号レベルは皮膚の真皮内に発生する Mises の相当応力で評価が可能であるとした実験結果に着目して、第 4 章ではその結果を活用することが述べられている。

第 3 章では、第 2 章の結果を踏まえて、薄膜の厚さ認識機構を解明するために実施した心理物理学実験についてまとめている。特に、先行研究では、 $70\mu\text{m}\sim 350\mu\text{m}$  の範囲で、厚さの判定に関与するシステムが交代していると予測していたことに着目して、探索範囲を  $20\mu\text{m}\sim 150\mu\text{m}$  に拡大している。その結果、Cu/SUS 比 (等価に感じる銅箔とステンレス箔の厚さの比) の平均が  $50\mu\text{m}\sim 150\mu\text{m}$  の範囲で約 1.8 であることを明らかにしている。先行研究の  $30\mu\text{m}\sim 50\mu\text{m}$  の範囲で約 1.5 であるという結果と比較すると、Cu/SUS 比がやや増加していることが述べられている。

第 4 章では、薄膜の厚さ判定時に機械受容単位に伝搬する信号を評価するために実施した FEA についてまとめている。すなわち、Cu/SUS 比は、薄膜に対して印加するせん断力と垂直力成分の比が 1 になる場合に最大となり、 $200\mu\text{m}$  の厚さで実験値に近い約 1.6 となる。また、心理物理実験の結果が相当応力の調査により説明可能であるため、 $200\mu\text{m}$  までは SA-I により厚さを判定している可能性が述べられている。

第 5 章では、第 3 章と 4 章の結果を踏まえて、三軸触覚センサ搭載ロボットハンドにより厚さ判定を行うためのアルゴリズムについて研究した成果をまとめている。指のスライド運動の結果生じたせん断力の変化は、枚数一枚と複数枚の間に 1.3 倍ほどの差があるため、枚数判定用パラメータとして使用可能である。このように、ロボットハンドにおいてもせん断方向の外力が重要となることが述べられている。

最後に 6 章では、本研究で得られた成果が要約されている。

以上のように、本申請論文ではヒトの薄膜の厚さ認識機構解明のために、一連の心理物理実験と数値計算を実施している。その結果、せん断の外力が重要であることを明らかにするとともに、得られた知見をロボットの触覚情報処理に適用した点で、同申請論文は情報科学の進展に寄与するものである。よって、審査委員会は、本論文提出者の同氏が、博士 (情報科学) の学位を受けるに十分な資格があるものと判定した。