

## 審査の結果の要旨

氏 名 牧 野 泰 才

本論文はマイクロ波帯の二次元通信技術を確立し、それを用いて柔軟素材上に多数の微小センサを実装したインタフェースデバイスを提案・試作したものである。二次元通信とは、薄いシート内を無指向伝播する電磁波によって信号を送る技術である。媒体面のどこに端末を近接させてもギガビット級の高速通信が可能であり、媒体から端末への電源供給も同時に行うことができる。導電性繊維など柔軟な材料によって構成される通信シートに多数の素子を実装することが可能になり、什器表面での機器接続、壁面や天井における各種センサの接続など、従来の配線技術、無線技術の代替技術として多分野での利用が期待できる。本論文の前半部分でこのような新規技術を開発したのち後半部分で取り組んでいるのは、筋電位の2次元分布を高密度に計測できるサポータ状デバイスの開発である。具体的には、多数の微小筋電計測素子を柔軟素材にアレイ状に実装する。素材の伸縮性を利用して計測用電極を皮膚に密着させ、高密度2次元筋電パターンを検出する。デバイスの実現方法が示されるとともに、ヒューマンインタフェースなど、筋電計測の新しい応用分野が提案されている。このような本論文は以下の6章から構成される。

第1章の序論においては、現存する信号伝送技術の物理的形態についてその媒体の次元に着目し、特性を整理している。線による従来の配線技術、3次元空間を伝播する電磁波による無線通信技術に対し、二次元通信技術が有利になる接続対象が述べられている。柔軟体に多数のセンサ素子を実装したインタフェースデバイスの有用性が指摘され、そのような柔軟体デバイスの実現のために二次元通信の利用が有効であることが論じられている。

第2章では、マイクロ波帯二次元通信の基本特性が解析されている。通信層内部の伝播モード、通信層に設けられた開口からの輻射、誘導性表面をもつ通信シート近傍での電磁場、軸対称なコネクタによって達成可能なエネルギー伝送効率の理論限界、シート端面での反射について、理論解析、数値シミュレーション、実験的検証が行われている。二次元通信システム設計に必須となる基本事項が整理されている。

第3章では、通信層に非接触のまま結合する近接コネクタが提案され、理論解析と試作による実験検証が展開されている。ここで論じられているのは誘導性表面をもつ通信層の外側から近接して結合可能なタイプのコネクタであり、良好な結合が実現されるための近接距離と、通信シートの諸物理パラメータとの関係が明らかにされている。実験試作では、理論限界に近い変換特性をもつコネクタが実現されている。

第4章では、通信層を構成する2層の導電層のそれぞれに近接して結合する微小コネクタが提案され、検討されている。信号周波数で共振し、通信層ーコネクタ間距離が変動しても両者間のインピーダンスを小さい値に保つことができる。電磁波長より著しく小さいコネクタを実現でき、微小なセンサ素子を通信層に埋め込んで実装するのに適することが示されている。

第5章では、それまでの章で検討された二次元通信技術を利用して、柔軟なサポータ状筋電計測デバイスを提案している。具体的には、多数の微小筋電計測素子を柔軟素材にアレイ状に実装する。素材の伸縮性を利用して計測用電極を皮膚に密着させ、高密度に2次元筋電パターンを検出する。計測素子の実装には第4章で試作された共鳴近接コネクタが利用される。共鳴近接コネクタを用いることで、通信層と通信素子の電氣的接続が不要となり、デバイスの柔軟性、丈夫さが得られる。さらに計測素子上の計測回路をフロート状態で駆動できるため、コモンモードノイズの影響を受けにくい筋電計測が可能となり、ノイズ環境下でも安定した計測が可能になることが示されている。実験的検証としては単一の計測素子の動作確認までが行なわれている。

またこの章では、従来は大掛かりであった筋電計測装置を伸縮性のあるサポータ状デバイスにして装着を容易・快適にすること、皮膚表面で2次元パターンを検出し、位置合わせなく筋電位と筋肉の対応がとれるようにすること、によって筋電の新しい利用分野が開拓されることが指摘されている。特に情報世界とのインタフェースとしての活用、スポーツや技能のスキルおよび身体運動の分析、筋電は実際の動きより早く発生することを利用した危険回避の補助、など具体的な応用例が示されている。

第6章は結論であり、成果の総括がおこなわれている。

以上、要するに、本論文はマイクロ波帯二次元通信の基本技術を確立するとともに、その技術を用いて筋電分布を計測する柔軟インタフェースを提案し、その原理を理論的・実験的に検証したものである。前半の二次元通信技術の確立は、通信工学、計測工学をはじめロボティクス、コンピューティング、ユビキタスネットワークなどの諸工学分野に貢献する成果であり、後半の筋電計測インタフェースについても、神経・運動生理学、医療・福祉工学からヒューマンインタフェース工学まで幅広い分野に貢献する成果であると判断される。よって本論文は博士（情報理工学）の学位請求論文として合格と認められる。