

審査の結果の要旨

氏名 有馬 悠也

本論文は、「複素ニューラルネットワークによる複素テキスト識別ミリ波コヒーレントイメージングシステム」と題し、動く人を対象としたミリ波セキュリティイメージングの実現を目指して、1次元アレイアンテナを使用し包絡線位相検出を採用したフロントエンドと複素ニューラルネットワークによる複素テキスト適応処理によるシステムを提案し、実際にこれを構築してその可視化能力を実証するとともに、システムパラメータの決定方法とオートエンコーダの特微量自動精製による性能向上に関する研究を行ったものであり、6章からなる。

近年、人体に影響が無いミリ波によるセキュリティシステムが空港の保安検査などで徐々に使用されるようになってきた。より日常的な安全確保のため、鉄道駅改札などでも使用できるシステムの実現が強く望まれている。しかし現状技術には、被験者が一旦静止する必要があること、プライバシー上の問題があること、機器が高価であることなどの深刻な問題がある。本論文は、これら問題を解決する基盤となる技術の構築を目的に、複素ニューラルネットワークを利用したシステムを新たに提案・構築し、そのパラメータ決定方法、および複素テキスト特微量の自動精製手法に関する研究をまとめたものである。

第1章は「序論」であり、論文の背景と目的を述べている。

第2章は「ミリ波イメージングの基礎」と題し、ミリ波イメージングの位置付けと従来方式システムの構成および問題点を述べている。

第3章は「ステップト周波数変調と複素自己組織化マップによる基本システム構成」と題し、提案するシステムの設計思想と構成を述べている。ミリ波送受信部は、ステップト周波数変調による包絡線位相検出を行うための変調送信部、1次元バルク LTSA (linearly tapered slot antenna)アレイ受信アンテナ、

包絡線同期検波によって構成される。処理部は、複素テクスチャ特徴量抽出と、複素ニューラルネットワークの一種である複素自己組織化マップ (complex-valued self-organizing map: CSOM)によって構成される。このシステムによって基礎的なイメージング実験を行い、本システムが液体の入ったペットボトルを可視化できることを実証している。

第4章は「システム性能を規定するパラメータとその最適化」と題し、本システムを規定する主要なパラメータを整理するとともに、特にステップ周波数変調の周波数点数、アレイアンテナ素子の間隔によって決まる空間的なウィンドウサイズ、対象移動速さとアンテナ素子掃引速さによって決まる空間的なウィンドウサイズが可視化性能にもたらす影響を、理論的および実験的に検討しまとめている。そして歩行する人体を対象にした可視化実験を行い理論が実際の性能におおむね一致していることを報告している。

第5章は「オートエンコーダによる特徴量の自動精製」と題し、取得データに含まれる雑音成分を抑圧することによる可視化性能の向上を目指して、層状複素ニューラルネットワークを使用したオートエンコーダの利用を提案している。そしてこのオートエンコーダが実際に効果を発揮することを実証している。また隠れ層ニューロンの個数がシステム性能に与える影響を実験的に明らかにしている。

第6章は、「結論」であり、本研究の成果をまとめている。

以上これを要するに、本論文は動く人を対象とするミリ波セキュリティイメージングを実現することを目指して、1次元アレイアンテナを使用し包絡線位相検出を採用したフロントエンドと複素ニューラルネットワークによる複素テクスチャ適応処理によるシステムを提案し、実際にこれを構築してその可視化能力を実証するとともに、システムパラメータの決定方法とオートエンコーダの特徴量自動精製による性能向上に関する研究を行ったものであり、電気電子情報工学、特にレーダ工学および信号処理工学への貢献が少なくない。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。