

審査の結果の要旨

氏 名 久保 肇

本論文は「センサ・ターゲット間相対位置姿勢関係を考慮したマイクロ波ドップラセンサによる呼吸計測に関する研究」と題し、マイクロ波ドップラセンサを生活者の見守りに応用するために、位置姿勢を変化させる人の呼吸を計測する技術について述べた論文である。近年、高齢化や独居老人宅の増加等の社会的背景から事故等の異変を発見し警告を発するために居住者を自動で見守る知的な生活空間が期待され、様々なシステムが提案されている。生活者を自動で見守るためのセンサの要求として生活を妨げないということが挙げられる。マイクロ波ドップラセンサは非接触で人の動きを計測可能であり、この要求を満たすセンサである。さらにマイクロ波ドップラセンサは動きだけでなく静止中は呼吸も計測することが可能であり、生活者の見守りに置いて有用な情報を取得できると期待できる。本論文は6章からなる。

第1章「緒論」ではまず、高齢化、独居老人宅増加といった社会的背景から生活を自動で見守るシステムへ関心が高まっているという背景を述べている。続いて、マイクロ波ドップラセンサを用いた呼吸計測の従来研究についてまとめている。最後にマイクロ波ドップラセンサを生活見守りに導入する際の問題点を、従来手法ではセンサ・ターゲットの相対位置姿勢関係を考慮しておらず人が様々に動きながら位置姿勢を変化させる生活環境下では安定した計測が出来ないことであるとし、この問題を踏まえて3つの目的、「センサ・ターゲットの位置姿勢が変化しても安定な呼吸波形推定」、「生活に伴う様々な動きの信号が観測される状況下での呼吸信号検出」、「センサ・ターゲット間の相対位置姿勢関係からの呼吸計測可否および可能性の推定」を定めている。

第2章「計測モデルと実験機器」では論文の議論を進める上で前提となる仮定と条件について説明している。まずマイクロ波ドップラセンサによる呼吸計測の計測モデルを構築している。6次元の位置姿勢やオフセットの変動がモデル化されている点が従来のモデルにない独創的な点である。続いて、本論文の実験で使用したハードウェアについて説明している。最後に実際に使用するハードウェアや実験環境において、計測モデルの条件パラメータの値を計測する方法について説明している。

第3章「距離変化計測による呼吸波形推定」ではマイクロ波の出力信号の位相推定について述べている。マイクロ波ドップラセンサの2出力を2次元にプロットすると、オフセット周りに回転する軌道を描く。この回転の角度が信号の位相であり、センサ・ターゲット間の距離変化に比例する。本章ではこの位相変化の推定手法を5通り提案し、シミュレーションと実験にて比較、評価している。シミュレーションでは計測条件のパラメータを変化させ、各条件の計測への影響を調べている。実計測では8方向からの呼吸計測を行っている。比較評価の結果、呼吸計測には線形最小二乗による推定が適当であるという結論に達している。

第4章「移動・呼吸信号の検出」では様々な動きの信号が観測される中で、呼吸が計測されている区間を検出する手法について述べている。本論文では主に呼吸信号を検出するために信号強度、周波数領域エントロピー、ヒストグラムの3つの特徴を用いている。これらの特徴量を入力として2クラス分類を行うことで「移動」、「静止して呼吸」、「静止して息止め」の3状態の検出を行っている。実験の結果から、呼吸検出において本研究で提案した特徴量を用いることによって従来の呼吸検出と比較して大幅に検出性能が向上することをROC曲線にて示している。

第5章「位置姿勢からの呼吸信号計測可否の予測」ではセンサ・ターゲット間の相対位置姿勢から呼吸信号計測の可否を予測する手法について説明している。位置姿勢と計測可否のデータセットから予測関数を構築し、人の胸周りの水平面で呼吸計測可否の予測を実現している。距離、方向共に連続値で扱えるところが従来に無い点である。

第6章「結論」では本研究で得られた成果・知見についてまとめている。さらに本研究を生活環境でのより安定した計測へ結び付けるための将来課題を提案している。

以上、これを要するに本論文は、人が様々な動きをしながら位置姿勢を変化させる生活環境でマイクロ波ドップラセンサを生活者見守りに応用することを想定し、「呼吸波形を推定する」、「呼吸信号を検出する」、「位置姿勢から呼吸計測の可否を予測する」手法を提案するとともに、それらを計測モデルに基づいたシミュレーションと実験によって定量的に評価した論文であり、この分野に少なくない貢献を果たしている。すなわち、本研究は情報理工学に関する研究的意義と共に、情報理工学における創造的実践に関し価値が認められる。

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。