

令和 5 年 6 月 2 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19H02155

研究課題名（和文）複数人体・複数部位のアレイレーダ同時計測による個人識別と生体情報モニタリング

研究課題名（英文）Simultaneous Measurement of Multiple Sites of Multiple People for the Monitoring of Physiological Signals and Individual Identification Using Array Radar

研究代表者

阪本 卓也（Sakamoto, Takuya）

京都大学・工学研究科・教授

研究者番号：30432412

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、アレイレーダによる人体計測技術の性能を向上させる信号処理法の開発を行った。まず、生体信号に関する事前知識を用いたブラインド信号分離アルゴリズムを開発し、人体部位の特定を可能とする高分解能計測を実現した。さらに、呼吸の特徴を取り入れた高次元クラスタリング法を開発し、多人数の同時計測を可能とした。また、多人数が密集した場合に生じる遮蔽問題を解決するべく、複数レーダ信号を統合するマルチレーダ計測法を開発した。これらの開発技術の性能について、被験者が参加するレーダ計測を通じて定量的に評価し、従来法では達成しえなかった分解能や精度が得られることを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

社会のスマート化に伴い、人体モニタリングの重要性が増している。特に、呼吸や心拍といった生体情報は重要で、常時モニタリングすれば、精神状態や疾患の予兆も検知できる。電波による非接触生体計測は、ウェアラブルデバイス等の接触型センサとは異なり、不快感や皮膚アレルギー等の問題がなく、日常的な長期の利用に適している。本研究では、電波による非接触生体計測において、個人識別を応用した複数人体・複数部位の同時計測技術の高精度化・高分解能化を達成する技術を開発した。これらの開発技術は、医療・ヘルスケアのみならず、エンターテインメントや教育など、社会の様々な場面での新サービス創出につながると期待されている。

研究成果の概要（英文）：In this study, we developed signal processing methods to improve the performance of radar-based human sensing. First, a blind signal separation algorithm using prior knowledge of physiological signals was developed to achieve high-resolution measurements, enabling the identification of human body parts. Next, we developed a high-dimensional clustering method that incorporates the features of respiration to enable simultaneous measurement of multiple people. In addition, a multi-radar sensing technique that integrates signals from multiple radar systems was also developed to solve the shadowing problem that occurs when numerous people are crowded together. The performance of these methods was quantitatively evaluated through radar measurements with the participation of subjects.

研究分野：計測工学

キーワード：レーダ アレイ 信号処理 生体信号

1. 研究開始当初の背景

来るべき超スマート社会では、人体の状態をモニタリングする技術の活躍が期待されている。特に、呼吸や心拍といった生体情報をモニタリングすれば、精神状態や疾患の予兆も検知できるといわれている。近年、ウェアラブル生体計測が普及しつつあるが、接触型デバイスは不快感や皮膚アレルギー等の問題を有し、長期にわたるモニタリングには適さない。そこで、レーダによる非接触での生体計測に注目が集まっている。電波は衣服や布団を透過するため、非接触で呼吸・心拍に伴う皮膚変位を直接計測でき、単一の静止した人体を計測する場合には高精度の心拍計測が可能である。しかし、呼吸運動の干渉が大きい場合は心拍測定精度が安定しない、複数人が存在する場合は信号干渉により生体計測ができない、さらに、測定対象者が誰なのかが特定できないという、3つの課題が非接触生体計測の実用化を阻んでいた。

2. 研究の目的

本研究の目的は、人体計測に特化したアレイ信号処理技術を開発し、複数の被験者が参加する実験を通じてアレイレーダによる非接触生体計測の性能と適用限界を明らかにすることである。特に、家庭や職場などの日常環境における複数人の健康モニタリングを実現することを目指し、複数人体・複数部位における生体信号の同時計測技術を開発し、それら生体信号の個人ごとの特徴を用いた識別技術を確立する。

3. 研究の方法

送信4素子と受信4素子を有する16チャンネルミリ波アレイレーダを含む測定環境を整備する。同レーダシステムは多入力多出力(MIMO)レーダであり、アレイ信号処理により任意のビーム形状を形成することができる。まず、複数人体の複数部位からの反射波を分離識別するための電波イメージングおよび信号処理法を開発する。その際、生体モデルを用いたブラインド信号分離技術を併用し、複数人体・複数部位の同時計測およびイメージングを実現する。また、電波イメージングで得られた人体の電波画像から、特定の部位からの反射波を推定する。このとき、測定部位に応じて精度よく計測できる生体信号を推定し、個人識別により決定したユーザ番号を付与して記録する。

次に、電波イメージングおよび適応的アレイ信号処理にレーダ追尾アルゴリズムを組み合わせ、移動する人体を自動追跡する手法を開発する。複数人体からの反射波を分離するためにテクスチャ法を適用し、電波イメージングからは到来方向を、超広帯域信号の遅延時間からは距離を、それぞれ求め、信号のドップラー偏移も併用し、対象人体の追跡を行う。複数人体の取り違えが起こらないよう、対象者の生体信号による個人識別を行い、精度向上を図る。

最後に、開発した各種手法を統合し、研究目的である複数人体・複数部位の非接触同時計測システムを開発する。開発システムの個人識別・移動追跡の性能を検証するため、複数被験者が参加する実験を実施する。さらに、生体計測の高精度化手法についても接触型センサとの同時測定により定量的に性能評価する。

4. 研究成果

【生体モデルを用いたブラインド信号分離技術の開発】

まず、ミリ波帯アレイレーダを用いた人体測定環境を整備した。従来、アレイレーダによる複数信号の分離にはビームフォーミング法やアダプティブアレイといった技術が広く用いられてきたものの、それらの多くは、源信号間の無相関性を仮定しており、この仮定が成り立たない場合には性能が低下するという課題があった。この課題を回避する空間平均法と呼ばれる手法も存在するものの、同手法はアレイ素子の一部のみで構成されるサブアレイをビーム形成に用いることになり、実効的なアレイ素子数が犠牲になるという短所がある。そこで、生体信号と皮膚表面の運動に関する事前知識を用いることにより、アレイ素子数を犠牲にすることなく、相関を有する信号に対しても正しく分離識別できる手法を開発した。

次に、開発手法の性能を数値シミュレーションおよび実験により定量的に評価し、その有効性を確認した。この手法は、人体部位ごとの変位信号を分離するため、評価関数の最適化問題へ定式化している。まず、生体信号の皮膚変位量についての事前知識により、分離後の信号の位相回転量が小さくなるという点を最適化問題における評価関数に組み込んでいる。次に、複数の人体部位における変位の関係をシステム理論的に定式化し、脈波の伝搬に伴う既知の伝達関数と矛盾しない波形が得られるよう、これも評価関数に組み込んでいる。加えて、解の連続性などの拘束条件を課した評価関数を構成し、最適化問題を解くことにより高精度な信号分離が可能となることを実験的に確認した(図1)。

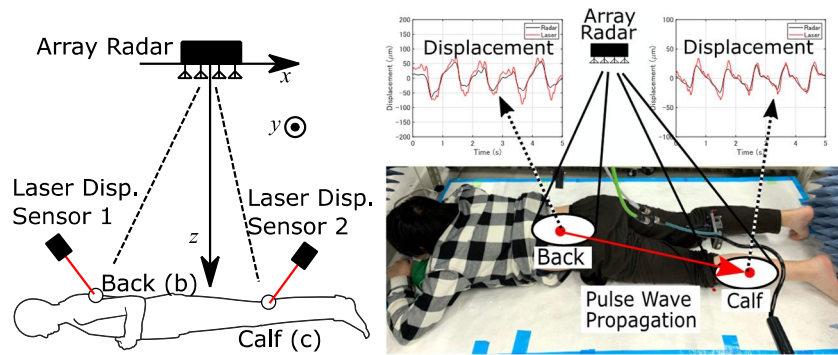


図1 アレイレーダによる人体複数部位の同時計測

【複数人体エコーの高分解能分離識別技術の開発】

複数人体の非接触計測を実施し、生体信号イメージングを実現するべく、生体信号に特有の位相変化に着目した新たなブラインド信号分離アルゴリズムを開発した。この手法では、生体信号の数理モデルと分離信号の特徴の差異を目的関数とした最適化問題に帰着させ、人体の各部位からの反射波を分離する。この手法により、従来は達成できなかった空間分解能を達成し、人体部位の特定を可能とする高分解能の非接触生体計測を実現した。

さらに、呼吸の特徴を取り入れた高次元空間におけるクラスタリング手法を開発した。この手法では空間座標に加えて過去の呼吸間隔の履歴を新たな次元として導入した高次元空間での呼吸空間クラスタリングを行う。呼吸空間クラスタリングは、信号帯域幅やアレイ開口長で決まる分解能を上回る超高分解能を達成し、多人数の同時計測における人数推定では空間情報のみを用いる従来法と比べて精度を80%以上改善させることに成功した。さらに、呼吸変位の特徴を利用した個人識別技術では約95%の精度が達成されることを確認した。

これら2種類の高分解能手法の性能を評価するため、室内の任意の位置に着座した最大7人の被験者が参加する実験を行い、レーダによる生体信号の非接触計測データを取得した。ベルト型呼吸計の計測値を参照データとした精度評価も行った。提案法による非接触の呼吸間隔計測において、7人の被験者の平均誤差は172ミリ秒となり、多人数の生体信号を同時かつ高精度に計測できることが実験により実証された(図2)。

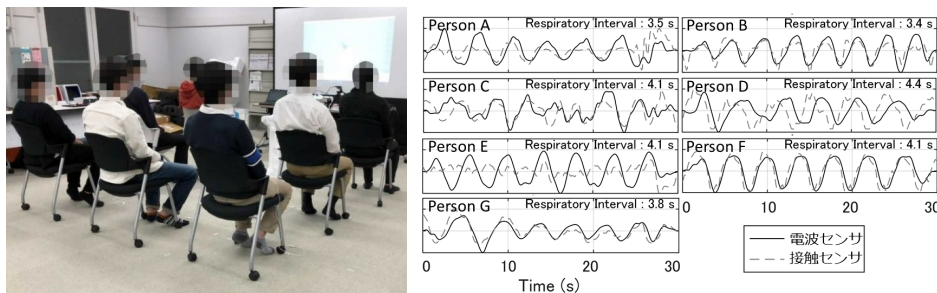


図2 アレイレーダによる複数人体の生体信号同時計測

【アレイレーダによる対象者の識別と追跡】

多人数が密集した場合に生じる遮蔽問題を解決する手法を開発した。同手法では、従来の単一レーダによる計測ではなく、複数レーダ装置を同時に運用し、それらレーダからの信号を統合する点が特徴である。同手法の性能評価実験では、3台のレーダによる複数人の同時計測を行った。1台のレーダのみでは遮蔽により計測不能の対象者が存在する場合においても、複数レーダを用いることで、遮蔽の問題を回避し、多くのケースで全員の計測が可能となることを示した。また、この手法では、複数レーダどうしの相対位置や相対角度が未知であった場合にも使用できる。複数レーダのうち2台のレーダにより、少なくとも2人の対象者が同時に計測されていれば、プロクラustes解析により、相対位置・角度を自動的に推定し、データ統合が可能となる。さらに、同手法では、複数レーダで同時に計測されている対象者については、計測可能なレーダのうち周期性が最も高いものを自動選択するため、呼吸計測精度の大幅な改善も実現された(図3)。

次に、アレイレーダによる電波イメージングと多次元クラスタリング法を統合し、移動を伴う対象者にも適用可能な非接触計測法を開発した。同手法は、対象者が移動を行う場合であっても、移動後に静止したことを検知し、体表面の周期的な呼吸変位を検出する手法により、継続的に生体信号の計測が可能となった。さらに、各人体の複数部位を同時計測する際の信号分離精度を改

善するブラインド信号分離手法を開発した。同手法では、皮膚変位波形どうしを少数のパラメータのみで表現できる数理モデルを導入し、信号分離精度を大幅に改善できることを示した。信号分離精度の評価には、レーザ変位計との同時計測により得られた参照データを用いた。

【開発技術の性能検証】

最後に、以上で述べた開発手法を統合し、複数人体・複数部位の非接触同時計測システムを開発した。開発システムの個人識別・移動追跡の性能を検証するため、複数被験者が参加する実験を実施し、複数人体および複数部位の検出精度やデータ取得率を定量的に評価した。複数人が密集するシナリオでは、単一レーダのみでは遮蔽により計測できない対象者が生じうるため、複数レーダを統合する手法を開発し、複数レーダで検出された反射波どうしの関連付けアルゴリズムを開発した。その中で、呼吸運動の特徴については、個人特有の成分と、個人によらず共通する成分を分離する必要性が明らかになったため、呼吸による皮膚変位波形の周波数領域特徴量を入力ベクトルとしたニューラルネットワークを想定し、活性化関数で表現される非線形処理への入力ベクトルを基底ベクトルとするベクトル空間の直交性の性質を利用した手法を開発した。

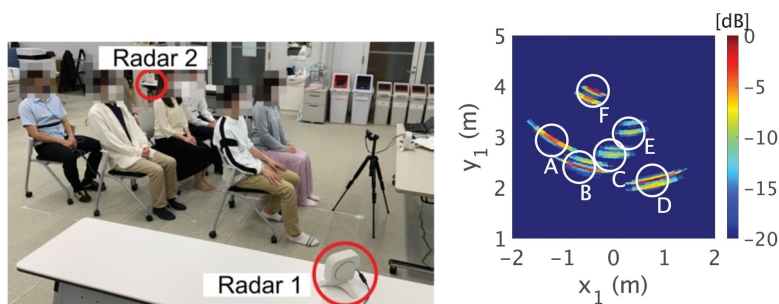


図3 マルチレーダによる複数人体の統合計測技術

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計21件（うち査読付論文 21件 / うち国際共著 3件 / うちオープンアクセス 15件）

1. 著者名 SAKAMOTO Takuya, MITANI Sohei, SATO Toru	4. 巻 E104.B
2. 論文標題 Noncontact Monitoring of Heartbeat and Movements during Sleep Using a Pair of Millimeter-Wave Ultra-Wideband Radar Systems	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Communications	6. 最初と最後の頁 463 ~ 471
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transcom.2020EBP3078	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Oyamada Yuji, Koshisaka Takehito, Sakamoto Takuya	4. 巻 21
2. 論文標題 Experimental Demonstration of Accurate Noncontact Measurement of Arterial Pulse Wave Displacements Using 79-GHz Array Radar	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Sensors Journal	6. 最初と最後の頁 9128 ~ 9137
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/JSEN.2021.3052602	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Koda Takato, Sakamoto Takuya, Okumura Shigeaki, Taki Hirofumi	4. 巻 9
2. 論文標題 Noncontact Respiratory Measurement for Multiple People at Arbitrary Locations Using Array Radar and Respiratory-Space Clustering	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Access	6. 最初と最後の頁 106895 ~ 106906
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ACCESS.2021.3099821	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Iwata Shunsuke, Koda Takato, Sakamoto Takuya	4. 巻 21
2. 論文標題 Multiradar Data Fusion for Respiratory Measurement of Multiple People	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Sensors Journal	6. 最初と最後の頁 25870 ~ 25879
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/JSEN.2021.3117707	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 SAKAMOTO Takuya	4. 巻 E105.B
2. 論文標題 Blind Signal Separation for Array Radar Measurement Using Mathematical Model of Pulse Wave Propagation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Communications	6. 最初と最後の頁 981 ~ 989
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transcom.2021EBP3167	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yang Yang, Yang Xiaoyi, Sakamoto Takuya, Fioranelli Francesco, Li Beichen, Lang Yue	4. 巻 32
2. 論文標題 Unsupervised Domain Adaptation for Disguised-Gait-Based Person Identification on Micro-Doppler Signatures	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology	6. 最初と最後の頁 6448 ~ 6460
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TCSVT.2022.3161515	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Sakamoto Takuya	4. 巻 10
2. 論文標題 Generating a super-resolution radar angular spectrum using physiological component analysis	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEICE Communications Express	6. 最初と最後の頁 780 ~ 785
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2021XBL0137	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Sakamoto Takuya, Nakamura Tsuyoshi	4. 巻 11
2. 論文標題 Noncontact sensing of heart rate variability from facial video using the topology algorithm	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEICE Communications Express	6. 最初と最後の頁 313 ~ 318
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2022XBL0004	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Koda Takato, Sakamoto Takuya, Wu Shuqiong, Okumura Shigeaki, Taki Hirofumi, Hamada Satoshi, Sato Susumu, Chin Kazuo	4. 巻 11
2. 論文標題 Comparison of machine learning and non-machine learning methods for the sleep apnea detection using millimeter-wave radar	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEICE Communications Express	6. 最初と最後の頁 355 ~ 360
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/comex.2022XBL0050	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Sakamoto Takuya, Yamashita Kosuke	4. 巻 4
2. 論文標題 Noncontact Measurement of Autonomic Nervous System Activities Based on Heart Rate Variability Using Ultra-Wideband Array Radar	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE Journal of Electromagnetics, RF and Microwaves in Medicine and Biology	6. 最初と最後の頁 208 ~ 215
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/JERM.2019.2948827	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 SAKAMOTO Takuya, NISHIMURA Koji	4. 巻 E103.B
2. 論文標題 Analytical Expression of Capon Spectrum for Two Uncorrelated Signals Using the Inner Product of Mode Vectors	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Communications	6. 最初と最後の頁 452 ~ 457
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transcom.2019EBP3096	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yang Yang, Hou Chunping, Lang Yue, Sakamoto Takuya, He Yuan, Xiang Wei	4. 巻 58
2. 論文標題 Omnidirectional Motion Classification With Monostatic Radar System Using Micro-Doppler Signatures	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing	6. 最初と最後の頁 3574 ~ 3587
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TGRS.2019.2958178	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 阪本卓也	4. 巻 J103-C
2. 論文標題 超広帯域レーダによる歩行および着座の測定と畳み込みニューラルネットワークを用いた個人識別技術	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 電子情報通信学会論文誌C	6. 最初と最後の頁 321 ~ 330
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Sakamoto Takuya, Koda Takato	4. 巻 30
2. 論文標題 Respiratory Motion Imaging Using 2.4-GHz Nine-Element-Array Continuous-Wave Radar	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE Microwave and Wireless Components Letters	6. 最初と最後の頁 717 ~ 720
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/LMWC.2020.2992541	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 阪本卓也	4. 巻 J103-B
2. 論文標題 超広帯域レーダとワイヤレス人体センシング技術	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 電子情報通信学会論文誌B 通信	6. 最初と最後の頁 505 ~ 514
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14923/transcomj.2020API0001	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Sakamoto Takuya	4. 巻 8
2. 論文標題 Signal Separation Using a Mathematical Model of Physiological Signals for the Measurement of Heart Pulse Wave Propagation With Array Radar	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE Access	6. 最初と最後の頁 175921 ~ 175931
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ACCESS.2020.3026539	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Koda Takato, Sakamoto Takuya, Okumura Shigeaki, Taki Hirofumi, Hamada Satoshi, Chin Kazuo	4. 巻 -
2. 論文標題 Radar-Based Automatic Detection of Sleep Apnea Using Support Vector Machine	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proc. 2020 International Symposium on Antennas and Propagation (ISAP)	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.23919/ISAP47053.2021.9391257	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Oyamada Yuji, Sakamoto Takuya	4. 巻 -
2. 論文標題 Influence of Beam Spot Size in Measurement of Pulse Waves at Multiple Parts of the Human Body Using Millimeter-wave Array Radar	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proc. 2020 International Symposium on Antennas and Propagation (ISAP)	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.23919/ISAP47053.2021.9391188	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kazushi Morimoto, Takuya Sakamoto, Toru Sato	4. 巻 7
2. 論文標題 Accurate ultra-wideband array radar imaging using four-dimensional unitary ESPRIT	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Access	6. 最初と最後の頁 161363-161374
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ACCESS.2019.2951537	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yang Yang, Hou Chunping, Lang Yue, Sakamoto Takuya, He Yuan, Xiang Wei	4. 巻 58
2. 論文標題 Omnidirectional Motion Classification With Monostatic Radar System Using Micro-Doppler Signatures	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing	6. 最初と最後の頁 3574 ~ 3587
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TGRS.2019.2958178	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Shuqiong Wu, Takuya Sakamoto, Kentaro Oishi, Toru Sato, Kenichi Inoue, Takeshi Fukuda, Kenji Mizutani, Hiroyuki Sakai	4. 巻 7
2. 論文標題 Person-specific heart rate estimation with ultra-wideband radar using convolutional neural networks	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Access	6. 最初と最後の頁 168484-168494
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ACCESS.2019.2954294	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

[学会発表] 計39件(うち招待講演 12件/うち国際学会 3件)

1. 発表者名 Takehito Koshisaka, Takuya Sakamoto
2. 発表標題 Adaptive array processing for radar measurements of pulse wave propagation
3. 学会等名 2021 International Symposium on Antennas and Propagation (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 瀧 宏文, 奥村成皓, 沖中宏彰, 森本和志, 三谷壮平, 香田隆斗, 阪本卓也, 砂留広伸, 長崎忠雄, 佐藤 晋, 平井豊博, 陳 和夫
2. 発表標題 ミリ波レーダを用いた呼吸・心拍非接触測定による継続的モニタリング技術
3. 学会等名 日本睡眠学会 第46回定期学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 瀧 宏文, 奥村成皓, 沖中宏彰, 阪本卓也, 砂留広伸, 長崎忠雄, 佐藤 晋, 平井豊博, 陳 和夫
2. 発表標題 呼吸音解析とミリ波レーダ測定を用いた人体のバイタルモニタリング
3. 学会等名 日本睡眠学会 第46回定期学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 阪本卓也
2. 発表標題 ワイヤレス人体センシングが拓くスマートなWith/Postコロナ社会
3. 学会等名 第18回STSフォーラム「科学技術が拓く人間の未来」公開シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 阪本卓也
2. 発表標題 レーダ人体センシング
3. 学会等名 電子情報通信学会 電磁界理論研究会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 阪本卓也, 香田隆斗, 奥村成皓, 瀧 宏文
2. 発表標題 ミリ波レーダによる複数人の非接触呼吸センシング
3. 学会等名 電子情報通信学会 マイクロ波研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 阪本卓也
2. 発表標題 ミリ波レーダによる人体センシング
3. 学会等名 Microwave Workshops & Exhibition (MWE) 2021（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 阪本卓也
2. 発表標題 ワイヤレス人体センシングが創成するデジタルトランスフォーメーション
3. 学会等名 Healthcare Venture Conference (HVC) KYOTO 2021 ポストイベント ウェルネスシンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岩田俊亮, 香田隆斗, 阪本卓也
2. 発表標題 信号の準周期性を利用した複数レーダ協調計測による複数人の呼吸同時計測
3. 学会等名 電子情報通信学会 エレクトロニクスシミュレーション研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岩田慈樹, 香田隆斗, 阪本卓也
2. 発表標題 ミリ波アレーレーダによる人体イメージングと位相時系列の主成分分析を併用した非接触心拍計測
3. 学会等名 電子情報通信学会 エレクトロニクスシミュレーション研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 阪本卓也, 田中佑弥
2. 発表標題 ミリ波2次元アレーレーダによる人体複数部位の非接触計測に関する検討
3. 学会等名 電子情報通信学会 エレクトロニクスシミュレーション研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 越坂武仁, 阪本卓也
2. 発表標題 ミリ波レーダ人体センシングを想定した物理光学近似による電磁界散乱解析の計算量削減法の距離特性評価
3. 学会等名 電子情報通信学会 電磁界理論研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 阪本卓也, 香田隆斗, 奥村成皓, 瀧 宏文, 濱田 哲, 佐藤 晋, 平井豊博, 陳 和夫
2. 発表標題 ミリ波レーダとEMアルゴリズムによる睡眠時無呼吸の非接触検出
3. 学会等名 第29回バイオフィジオロジー研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岩田慈樹, 阪本卓也
2. 発表標題 ミリ波レーダによるトポロジー法を用いた複数人非接触心拍計測
3. 学会等名 電子情報通信学会 総合大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 鈴口純也, 阪本卓也
2. 発表標題 Scheikunoffの多項式法を利用した生体成分分析の高速化
3. 学会等名 電子情報通信学会 総合大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小山田祐志, 越坂武仁, 阪本卓也
2. 発表標題 アレーレーダを用いた人体複数部位の変位計測による非接触血圧計測技術
3. 学会等名 電子情報通信学会 総合大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 香田隆斗, 阪本卓也, 奥村成皓, 瀧 宏文, 濱田 哲, 佐藤 晋, 陳 和夫
2. 発表標題 EMアルゴリズムを用いたミリ波レーダによる睡眠時無呼吸の非接触検出
3. 学会等名 電子情報通信学会 総合大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 阪本卓也
2. 発表標題 ヘルスケアのスマート化を加速するワイヤレス人体センシング技術
3. 学会等名 日本人間工学会 関西支部総会・春季講演会(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 香田隆斗, 阪本卓也
2. 発表標題 十字型9素子アレーレーダによる人体計測と呼吸部位イメージング技術
3. 学会等名 第64回システム制御情報学会 研究発表講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 香田隆斗, 阪本卓也
2. 発表標題 2.4GHz帯9素子アレイレーダによる生体信号イメージング
3. 学会等名 電子情報通信学会 マイクロ波研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小山田祐志, 阪本卓也
2. 発表標題 超広帯域ミリ波アレイレーダによる脈波伝搬の非接触計測
3. 学会等名 電子情報通信学会 電磁界理論研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 阪本卓也, 武 淑瓊, 佐藤 亨
2. 発表標題 機械学習と超広帯域レーダによる非接触心拍計測
3. 学会等名 電子情報通信学会 アンテナ・伝播研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小山田祐志, 阪本卓也
2. 発表標題 ミリ波帯MIMOアレイレーダによる人体複数部位の脈波計測
3. 学会等名 電子情報通信学会 ソサイエティ大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 香田隆斗, 阪本卓也, 奥村成皓, 瀧 宏文, 濱田 哲, 陳 和夫
2. 発表標題 機械学習とミリ波レーダによる睡眠時無呼吸の非接触検出
3. 学会等名 電子情報通信学会 ソサイエティ大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 香田隆斗, 阪本卓也
2. 発表標題 2.4GHz帯9素子アレーレーダによる最大比合成を用いた位相校正を要しない非接触呼吸計測
3. 学会等名 電子情報通信学会 ソサイエティ大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 阪本卓也
2. 発表標題 ワイヤレス人体センシングへの機械学習応用
3. 学会等名 電子情報通信学会 スマート無線研究会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 阪本卓也, 香田隆斗, 奥村成皓, 瀧 宏文, 濱田 哲, 陳 和夫
2. 発表標題 ミリ波レーダと機械学習を用いた睡眠時無呼吸の非接触検出技術
3. 学会等名 電子情報通信学会 総合大会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 阪本卓也
2. 発表標題 生体成分分析によるアレーレーダを用いた脈波ブライント信号分離
3. 学会等名 電子情報通信学会 総合大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 香田隆斗, 阪本卓也, 奥村成皓, 瀧 宏文
2. 発表標題 79 GHz帯ミリ波超広帯域アレーレーダとクラスタリング手法を併用した多人数の呼吸非接触計測
3. 学会等名 電子情報通信学会 総合大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 阪本卓也
2. 発表標題 非接触でヒトを見る - ワイヤレス人体センシングが拓く次の社会 -
3. 学会等名 京大式 Think-up Camp!
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 瀧 宏文, 奥村成皓, 沖中宏彰, 森本和志, 香田隆斗, 阪本卓也, 濱田 哲, 陳 和夫
2. 発表標題 ミリ波レーダ計測と呼吸音識別法を用いた非接触睡眠呼吸障害推定
3. 学会等名 第30回日本呼吸ケア・リハビリテーション学会 学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 阪本卓也
2. 発表標題 レーダと機械学習による人体モニタリング技術
3. 学会等名 電気学会 磁気センサと機械学習の活用調査専門委員会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takuya Sakamoto
2. 発表標題 Noncontact measurement of human vital signs during sleep using low-power millimeter-wave ultrawideband MIMO array radar
3. 学会等名 2019 IEEE International Microwave Biomedical Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takuya Sakamoto
2. 発表標題 Recent progress in millimeter-wave radar signal processing
3. 学会等名 Global Symposium on Millimeter Waves 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 阪本卓也
2. 発表標題 ワイヤレス人体計測技術
3. 学会等名 電子情報通信学会 アンテナ・伝播研究会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐藤 亨, 阪本卓也
2. 発表標題 ミリ波UWBレーダーによる遠隔バイタルセンシング
3. 学会等名 URSI-F特別講演会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 阪本卓也, 杉田昌太郎, 奥村成皓, 瀧 宏文, 濱田 哲, 陳 和夫, 佐藤 亨
2. 発表標題 ミリ波レーダによる閉塞性睡眠時無呼吸の非接触検出技術
3. 学会等名 電子情報通信学会 総合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 阪本卓也, 武 淑瓊, 佐藤 亨
2. 発表標題 機械学習と超広帯域レーダによる非接触心拍計測
3. 学会等名 電子情報通信学会 総合大会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 香田隆斗, 阪本卓也
2. 発表標題 マイクロ波アレイレーダによる非接触生体計測と胸部位置推定
3. 学会等名 電子情報通信学会 総合大会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 阪本卓也	4. 発行年 2023年
2. 出版社 オーム社	5. 総ページ数 224
3. 書名 ワイヤレス人体センシング：バイタルサインの電波計測と信号処理	

〔出願〕 計4件

産業財産権の名称 US Provisional Patent	発明者 阪本卓也, 佐藤 亨, 奥村成皓, 瀧 宏文	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、63275949	出願年 2021年	国内・外国の別 外国

産業財産権の名称 US Provisional Patent	発明者 阪本卓也, 岩田慈樹, 香田隆斗, 瀧 宏文	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、63299958	出願年 2022年	国内・外国の別 外国

産業財産権の名称 特許権	発明者 Takuya Sakamoto, et al.	権利者 株式会社マリ
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/US21/20315	出願年 2021年	国内・外国の別 外国

産業財産権の名称 米国特許仮特許出願	発明者 阪本卓也, 瀧 宏文, 奥村成皓	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、62982064	出願年 2020年	国内・外国の別 外国

〔取得〕 計0件

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------