



Title	An Approach to Non-contact Respiration Monitoring in Sleeping Position Using Cameras
Author(s)	Jakkaew, Prasara
Citation	大阪大学, 2022, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/89485
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

Abstract of Thesis

Name (PRASARA JAKKAEW)	
Title	An Approach to Non-contact Respiration Monitoring in Sleeping Position Using Cameras (画像センサを用いた睡眠姿勢における非接触呼吸モニタリング手法に関する研究)
Abstract of Thesis	
This dissertation presents an approach to non-contact respiration monitoring in sleeping positions using cameras. Firstly, the dissertation reviews existing respiratory monitoring techniques along with non-contact respiration monitoring techniques based on optical sensors and insight into a sleeping situation. In addition, the image processing technique related to the approach has been present. Secondly, the dissertation introduces an approach to non-contact respiratory monitoring by focusing on sleeping posture using a smartphone camera-based RGB images recorded at high and frame rates. For the first challenge, the high frame rate video has been obtained and the respiratory is extracted in sleeping positions. Then, a technique is proposed with the manual region of interest selection to extract the respiratory information for estimating respiratory. For the second challenge, the ordinary video was used in the sleeping position with changing background views where subjects are covered with a black blanket. This approach presented the automatic region of interest selection technique and was compared with whole frame and human body area detection. The results show that the body's boundary as shoulder, chest, and abdominal is mainly related to the breathing movement in the sleeping position. Moreover, the ROI selection is found as a significant issue in vision-based respiratory estimation. Thirdly, the dissertation adopts an approach to monitoring the respiratory in an actual sleeping situation using a thermal camera plugged into a smartphone. Moreover, body movement during sleep has been investigated in this study. The automatic ROI selection can be used to acquire the respiration signal and detect body movements. The results show that the respiratory rate was successfully estimated with an RMSE of 1.82 ± 0.75bpm. Next, the adoption of technology acceptance of the user's perspective has been evaluated using effort expectancy questions based on the UTAUT model. The result shows that the participants were satisfied to use a thermal camera to monitor respiratory while sleeping at home. The dissertation emphasizes the significance of using cameras to monitor the respiratory during sleep. The ROI selection in sleeping posture was proposed to capture the respiratory information and also body movements. The proposed approach deals with the challenges of uncontrol scenarios during sleeping that has difficulty in selecting the ROI. Achievements of this dissertation would be a guideline for the further development of technology in healthcare.	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (Prasara Jakkaew)			
	(職)	氏 名	
論文審査担当者	主 査	教授	尾上 孝雄
	副 査	教授	竹村 治雄
	副 査	教授	田口 亮 (東京都市大学)
	副 査	准教授	谷口 一徹

論文審査の結果の要旨

本論文は、睡眠時の非接触呼吸モニタリング手法に関する研究の成果をまとめたものであり、以下の主要な結果を得ている。

1. スマートフォンカメラを用いた睡眠姿勢における非接触呼吸モニタリングの検討

睡眠姿勢での非接触モニタリングにスマートフォンカメラを利用する手法について、まず240フレーム/秒の高速カメラ映像を用いて、詳細な注目領域の選定とそのサイズについて考察している。睡眠姿勢において、腹部から肩までの上半身の領域が最も呼吸動作と関連していることを確認するとともに、1920x1080画素の動画映像では50x50画素の領域を抽出することが適切であるという結果を得ている。一方で、240フレーム/秒の高速カメラ映像と30フレーム/秒の一般速度カメラ映像では、呼吸モニタリング精度には大きな差が出ないという事実も判明している。次に、上記の知見を元に、注目領域の自動抽出手法および領域での呼吸信号抽出手法について評価している。注目領域の抽出については、全フレーム、R-CNNを用いた人物領域抽出、ならびに提案手法であるSSIM値を用いた画像差分に基づく領域抽出を用い、呼吸信号の抽出については、領域画像のSSIM値、領域画像の平均画素値、画像差分画素数を用いた評価を行っている。また、睡眠姿勢は、仰向けおよび横向きの双方を取り扱っている。評価結果から、提案の自動注目領域抽出手法で、仰向け姿勢で98.80%、横向き姿勢で93.21%の高い精度が得られている。

2. 熱画像センサを用いた非接触呼吸モニタリング手法の提案

より自然な睡眠時の呼吸モニタリングを可能とするため、赤外線熱画像センサを用いて、照明非点灯時での非接触呼吸モニタリング手法を提案している。ブランケットなどの寝具を使用している場合に対応するため、画像中の最高温度点付近の小領域、高温度となる極大領域を注目領域として抽出するとともに、呼吸による画像差分を用いた指標で呼吸パターンを推定している。また、精度向上に繋がる、寝返りなどの大きな体動もモニタリングしている。16名の被験者の睡眠時映像に対して評価実験を行った結果、さまざまな睡眠姿勢で平均14.78呼吸/分の映像に対して平均自乗偏差1.82呼吸/分という良好な呼吸モニタリングを実現した。

これに加え、新規技術導入時のユーザ受容性評価手法である Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) モデルを用いて、本手法の受容性について評価を行った結果、実験参加者の82.81%が熱画像センサによる呼吸モニタリングを肯定的に捉えていることを確認している。

以上のように、本研究による画像センサに基づく睡眠時の非接触呼吸モニタリング手法に関する一連の研究成果は、簡易なシステムの導入で、睡眠時無呼吸症候群等の疾患の早期発見に活用することができ、我々の社会生活の充実化への貢献が期待できる。従って、博士 (情報科学) の学位論文として価値あるものと認める。