いびきの無拘束センシング方法

○野田 聡, 南浦 武史, 阪井 英隆, 山本 泰司, 藤原 義久, 松浦 英文

三洋電機株式会社 エコ・エネシステム技術開発センターBU

The non-restrained sensing method of a snore

Satoshi NODA, Takeshi MINAMIURA, Hidetaka SAKAI, Yasushi YAMAMOTO, Yoshihisa

FUJIWARA, Hidefumi MATSUURA

Ecology and Energy Systems Development Center BU, SANYO Electric Co., Ltd.

1. 緒言

高齢化社会やストレス社会に伴い、我が国では睡眠に関する悩みを抱える人が著しく増加しており、2000年には約1000万人存在すると言われている。しかし、日本では病院の睡眠外来等で医学的治療を受けている人の割合は少なく、悩みを抱えたまま解決策を持たない人が多い。また、いびきに悩む人の割合は、日本人の男性で20%、女性で5%であると言われている。いびきは睡眠の質を大きく低下させる原因であるにもかかわらず、いびきをかいている本人には自覚がないため、解決しようとする意識が希薄であることが問題である。そこで、在宅にて簡易にいびきの状態を自覚できる、無拘束かつ客観的にいびきをセンシングする機器が求められている。

従来、いびきセンシング方法として、気管上頸部で計測されたいびき音の大きさによって検出する方法も提案されている。また、音響学的に解析することで特徴を抽出し、いびきを検出する方法も提案されている。しかしながら、センサを直接体に装着する場合、拘束感があり家庭での計測には適さない。無拘束で計測する場合、対象以外の音も計測しやすくなるため、隣で寝ている人のいびきや屋内外の周期的な騒音などにより誤検知する場合があります。高精度にいびきを検出することが困難であった。

そこで本研究では、無拘束かつ高精度にいびきをセンシングする手法として、呼吸状態といびき音を利用したいびきセンシング手法を開発した。呼吸の計測には無拘束で睡眠中の呼吸を計測できる静電容量型センサを用い、いびき音の計測には空気を伝わる振動を計測するセンサとして、コンデンサマイクを用いた。このシステムにより、被験者を用いて検証を行ったので報告する。

2. いびきセンシングシステム

2.1 いびき

いびきとは睡眠によって狭くなった上気道を呼吸気流が通過する際に、狭窄部の粘膜や付着する

分泌物が振動して発する音である。気道の狭窄の原因としては、主なものに軟口蓋下垂、舌根沈下、喉頭蓋後傾、口蓋扁桃肥大、咽頭扁桃肥大などがあるが、その原因によっていびきの音源位置や気道形状などが規定され、いびき音量や音の基本周波数が変化する¹⁾。そのため評価法が確立されていないのが現状である。

本研究では、睡眠時に口や喉から発生する音のうち、隣で寝ている人が不快と感じる程度以上の大きさ(実験室等の静かな環境では40dB以上)のいびきを検出することを目的とした。

2.2 呼吸計測センサ

前節で定義したいびきをセンシングするために使用した、無拘束で呼吸による振動を計測する呼吸計測センサの概要を示す。これまでに無拘束で呼吸をセンシングする種々の方式が提案されている²⁾。本開発では、安価かつ小型可能である静電容量型センサ³⁾を採用した。本センサの概要を図1に示す。絶縁性シートを2枚の電極で挟みコンデンサを形成する。本センサを人体の下に敷き、呼吸や体動によって生じる微小な振動を、電極間の容量変化に変換して検出する⁴⁾。

センサ部の形状は、縦 50mm×横 500mm×高さ 6mm である。

図1. センサ概要

本稿では、微小な振動による容量変化を精度良く検出するために、LC発振型の検出回路を構成した。この回路は微小な振動による容量変化を周波数変化に変換する構成となっている。

本センサの信号(サンプリング周波数 20Hz)に移動平均による平滑化を行った呼吸信号と、呼気バンドから計測された呼吸信号を図2に示す。計測位置や信号処理による位相差はあるが呼気、吸気ともに確認できる。

図 2. 計測波形

2. 3 音計測センサ

本節では、空気振動を計測する音計測センサの概要を示す。コンデンサマイクを用いて空気振動を計測し、その信号を増幅、半波整流したものに、移動平均による平滑化を行った信号を音信号とした。

2. 4 提案するいびき検出方法

我々は、いびき音の発生タイミングと呼吸の呼気吸気の切り換えタイミングは、ほぼ一致すると仮定した。これに基づき呼吸センサのピークとマイクセンサのピークが、ある一定時間内に収まる場合をいびきと検出した。この検出方法により、周囲の騒音などによるいびきの誤検知を防ぐことが可能であると考えた。

3. 実験結果

我々が開発したいびき検出アルゴリズムの検証実験を行なうために、静電容量型センサとコンデンサマイクを寝具内部に搭載し、いびきの検出を行った。実際のいびきと比較するために、別のマイクによりいびきを録音し、リファレンスとした。

被験者 4 名(A: 25 歳男性, B: 30 歳男性, C: 35 歳男性, D: 40 歳男性)による検証実験を行った。そのうち、いびきが多い被験者の一例を図 4 に示す。いびき区間(音声波形)は、リファレンスの音の大きさと聴視によりいびきの有無を判断した。体動や環境音の影響により、検出結果が異なる点があるものの、精度良くいびきを検出することができた。リファレンスから判断したいびき区間と提案手法の結果をもとに正解率を算出した結果は 93%であった。

また、各被験者とも 3 回実験を行った際の、

図 4. いびき計測実験結果グラフ

表 1. いびき計測実験結果グラフ

被験者	A	B	C	D
年齢	25	30	35	40
性別	男性	男性	男性	男性
体重 [kg]	65	72	75	88
いびき 正解率 [%]	92.1 ±5.9	84.4 ±6.3	92.1 ±6.0	85.2 ±2.1

被験者情報、いびき正解率の平均値と標準偏差を表 1 に示す。各被験者とも高精度にいびきを安定して検知することができた。

4. 結言

本研究では、いびき音と呼吸の発生タイミングを利用し、いびきを無拘束で高精度にセンシングする手法の提案を行なった。この手法を用いて 4 名の被験者にて検証を行い、その方法の有用性を確認した。

参考文献

- 1) 太田保世 編：日本人の睡眠呼吸障害，東海大学出版会，41-47(1994)
- 2) 渡辺春美，渡辺嘉二郎：睡眠中の心拍、呼吸、イビキ、体動および咳の無侵襲計測，計測自動制御学会 Vol.35, No.8, 1012-1019, (1999)
- 3) 大久保友寛，米沢義道：容量型センサによる患者動態の計測システム，医用電子と生体工学，32-2, 132-135, (1994)
- 4) 南浦武史，阪井英隆，藤原義久，松浦英文，安田昌司：ポータブル無拘束睡眠センサの開発，電子情報通信学会，(2002)