



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Analysis of Upper Airway MRIs and Snoring Sounds for Automatic Classification of Obstructive Sleep Apnea Syndrome [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	三上, 剛
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(情報科学)
Dissertation Number	乙第6931号
Issue Date	2014-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/57259
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Tsuyoshi_Mikami_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士 (情報科学) 氏名 三上 剛

審査担当者 主 査 教 授 山本 雅人
副 査 教 授 栗原 正仁
副 査 教 授 鈴木 恵二
副 査 教 授 小野 哲雄
副 査 准教授 飯塚 博幸

学位論文題名

Analysis of Upper Airway MRIs and Snoring Sounds for Automatic Classification of Obstructive Sleep Apnea Syndrome

(閉塞型睡眠時無呼吸症候群の自動識別を目的とした上気道 MR 画像といびき音の解析)

現在, 睡眠時無呼吸症候群 (Sleep Apnea Syndrome; SAS) の検査方法として最も信頼性が高く, 広く病院で用いられている手法は PSG(Polysomnography, 睡眠ポリグラフ) である. しかし, この検査は入院を要するため患者の負担が大きく, 日差変動もあることにより実際より軽症と診断される場合もあるため, 近年, PSG とは異なるアプローチから出来るだけ簡便に SAS を識別できる手法に注目が集まっている. 一方, SAS 患者の 8 割以上を占める閉塞型 SAS(Obstructive SAS; OSAS) 患者に限定すると, 物理的に気道の閉塞が生じる上気道軟部組織の肥大と, 狭小化した気道に吸気が急速に流入することによって生じる軟部組織の振動 (いびき) が固有の特徴として知られている. OSAS はこれらの特徴が単独または複合的に発現するため多面的な解析が必要である.

以上の背景の下, 本学位論文では OSAS 患者の上気道 MR 画像における軟部組織の形態的特徴といびき音の音響的特徴について明らかにし, PSG とは異なるアプローチから OSAS を識別するための情報科学的手法を提案したものであり, 各章で以下のように述べている.

第 1 章では, SAS の発生メカニズムと検査方法, SAS 患者における上気道 MRI といびき音の特徴, およびこれらの生体データの解析に関する従来研究についてまとめており, 本学位論文の位置づけを明らかにしている.

第 2 章では, OSAS 患者の上気道 MR 画像について着目し, 矢状面図における舌領域の形態を定量化し重症度 AHI との相関係数を求めて検証している. 結果, 舌の形態的な特徴としては, 舌領域の中心から舌背方向と舌骨方向の長さが AHI と最も相関が高いことを明らかにしている. さらに, 横断面図における気道の最狭部断面積を求め, 舌部の特徴量にこの値を加えて重回帰分析を行って重症度 AHI の予測式を求め, 予測値のしきい値処理による重度 OSAS の識別能力について検証し, 重度 OSAS の識別のために上気道 MR 画像の矢状面図における舌領域の形態的特徴と横断面図における最狭気道断面積を用いることの有用性について明らかにしている.

第 3 章では, OSAS 患者に多く見られる口呼吸に伴ういびきに着目し, 呼吸様式 (口呼吸, 鼻呼吸) に伴う音響特性の相違について検証している. FFT による振幅スペクトルを用いて検証したところ, 鼻呼吸いびきは口呼吸いびきに比べ基本周波数が高く, 倍音成分が少ない比較的単純な波形であり, また, 口呼吸いびきにはフォルマント様の密度ピークが 1kHz 付近に現れることを明らかにしてい

る. 以上の音響特性に着目し, 基本周波数と 1kHz 前後の帯域におけるスペクトルの最大値を特徴量として求め, k 最近傍法を用いて口呼吸いびきと鼻呼吸いびきの識別を行った結果 90% 程度の識別率を得たが, いびき音の中には基本周波数のピークが存在しない非周期波形も多く, そのような場合は正しく識別されないことを明らかにしている.

第 4 章では, 第 3 章で明らかになった非周期波形のいびき音の識別も考慮し, 振幅スペクトル全体の概形を多次元の特徴ベクトルとして定義し, 識別器としてサポートベクタマシン (SVM) を導入している. SVM のカーネル関数として, パターン識別で標準的に用いられるものに加え, スペクトルの類似度として近年その有効性が指摘されているカイ二乗カーネルと Kullback-Leibler (KL) カーネルも導入した結果, KL カーネルを用いた場合が最も識別率が高く, 第 3 章で提案した手法と比較して識別率が 5% 近く向上している. また, SVM を用いた結果に関して, データの個人差, 結果の信頼性, 計算時間について考察し, いずれの点においても良好な結果を得ている. また, 第 5 章では本学位論文の結論を述べるとともに, 今後の課題を明確にしている.

これを要するに, 著者は情報科学的手法を用いて, MRI に撮像された上気道軟部組織の形態的特徴と OSAS 患者にみられる口呼吸いびき音の音響的特徴を明らかにし, 重度 OSAS の識別および OSAS の典型症例である口呼吸いびきと鼻呼吸いびきの識別を行った. この成果は OSAS の医療診断技術に貢献するところ大なるものがある. よって著者は, 北海道大学博士 (情報科学) の学位を授与される資格あるものと認める.