

非線形信号モデルによる光電脈波信号の解析(1)

Analysis of Photoplethysmogram Signals with a Nonlinear-Signal Model (1)

関西大¹, 関西大院², ○尾崎朝², 井澤義弘², 大村泰久^{1,2}Kansai University¹, Grad. School of Eng. Sci.², ○H. Ozaki², Y. Izawa², Y. Omura^{1,2}

E-mail: {k707296, omuray}@kansai-u.ac.jp

【はじめに】 飲酒運転防止車載センサ開発に当たり、飲酒後の光電脈波(PPG)信号解析に対するスペクトル強度比領域(SIRZ)の精度の向上が課題とされている[1]。この課題を解決するため、脈波の非線形モデルを導入して信号解析した結果を報告する。

【実験方法】 平常時、飲酒時、喫煙時、運動時における指で計測した PPG 波形を FFT 処理し[2,3]、FFT スペクトル強度分布の比較評価を行った。光源には赤外 LED($\lambda \sim 935\text{nm}$)を用いた。アルコール摂取、喫煙条件はこれまでの報告[1,3]と同じである。

【評価手法】 脈波信号のスペクトル強度が非線形成分を持つことは既に検証済み[4]であり、特定の非線形モデル[5]からスペクトル強度の特徴の抽出を試みた。提案する非線形モデルでは、1Hz付近の脈波基本波スペクトル(I_p)に加え、第二高調波スペクトル(I_{2h})、0.3Hz付近にピークを持つ呼気スペクトル(I_b)などを扱える。

【結果と考察】 図 1 に、各条件での脈波のスペクトル強度比($R_{b2}=I_b/I_{2h}$, $R_{1b}=I_p/I_b$)を用いて相互関係をシミュレーション解析した結果を示す。既報告[1]のように飲酒後 2 時間以内であればスペクトル強度比は特定領域(SIRZ)に集まる傾向にあり、実験結果を再現することができた。それぞれの実験条件で、モデルのパラメータは異なり、これらを抽出することによって、新たな飲酒判別条件を得られることが示唆される。しかし、呼気スペクトル強度に関しては非線形モデルが実験結果を再現できない場合があり、運動時には主脈波スペクトルの不一致が顕著になるなど、モデルの一部見直しが必要であることも明らかになった。

【謝辞】 本研究の一部は関西大学戦略的研究基盤形成支援事業「ナノワイヤを用いた超高性能センサー及びエネルギー変換素子の研究」プロジェクトの支援を受けて行われた。

【参考文献】 [1] Y. Izawa, S. Tamura, and Y. Omura, IEEE Sensors (Taipei, Oct, 2012), pp. 1033-1036. [2] A. B. Hertzman, Amer. J. Physiol, vol. 124, pp. 328-340, 1938. [3] Y. Shimizu and Y. Omura, Proc. ICROS-SICE Int. Joint Conf. 2009 (ICCAS-SICE) pp. 1132-1136. [4] Y. Shimizu and Y. Omura, IEEE Sensors J., vol. 11, No. 9, pp. 1998-2006, 2011. [5] H. Ozaki and Y. Omura (当日公表).

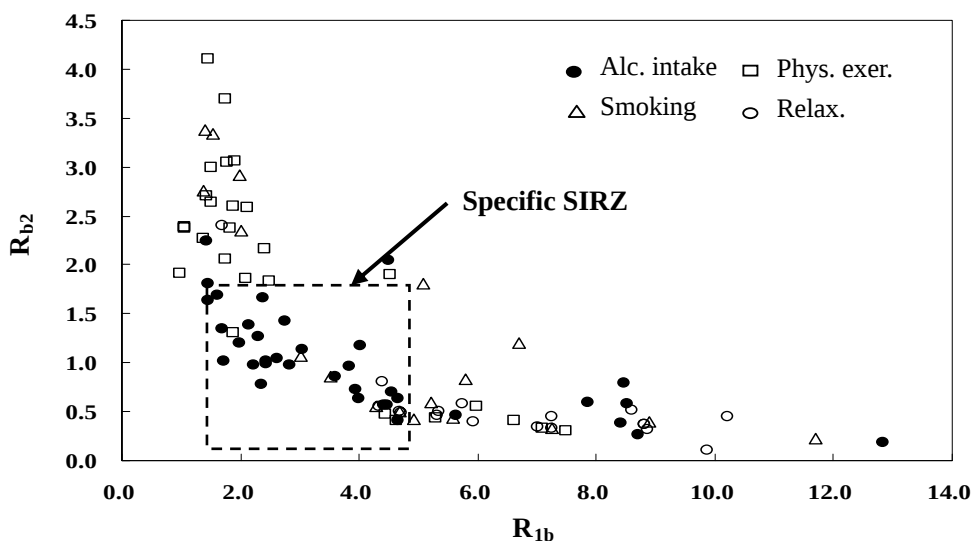


図 1. 脈波のスペクトル強度比分布 (非線形信号モデルによる注出結果)