

心拍変動へ機械学習適用による映画視聴時の情動判別

吉田豊^{†1} 山本健人^{†2} 湯田恵美^{†2} 早野順一郎^{†2}

概要: 本研究では、映画視聴時に情動が生じたときの心拍変動へ機械学習を適用し、情動判別が可能か否か検討した。情動の判別指標は心拍変動のRR間隔(RRI)、低周波成分LF、高周波成分HFとし、機械学習の分類器はランダムフォレストを用いた。喜び、心配、悲しみを判別した結果、情動が生じた前後1分間のRRIは「心配」を0.620の再現率で判別した。また、前後1分間のLFと前後3分間のHFはそれぞれ「悲しみ」を0.582、0.560の再現率で判別した。「喜び」の再現率はいずれの指標とも約0.2程度となり、快の情動より不快の情動の方が再現率が高くなった。

キーワード: 心拍変動, 情動判別, 機械学習, ランダムフォレスト

Emotional Discrimination at Movie Viewing by Application of Machine Learning to Heart Rate Variability

Yutaka Yoshida^{†1} Kento Yamamoto^{†2} Emi Yuda^{†2} Junichiro Hayano^{†2}

Abstract: In this study, we applied machine learning to heart rate variability for emotion change at movie viewing and examined whether emotional discrimination is possible or not. discriminating indices of emotion were RRI, LF, HF and Random forest was used as machine learning classifier. As a result of discriminating "pleasant", nervous and sad, "nervous" was discriminated with recall of 0.620 using RRI of 1 minute before and after(timescale 1min) emotion occurred. "Sad" was discriminated with recall of 0.582 and 0.560 using LF of timescale 1min and HF of timescale 3min. Recall of "pleasant" was approximately 0.2 for all indices, Recall of negative emotion was higher than it of positive emotion.

Keywords: heart rate variability, emotional discrimination, machine learning, random forest

1. はじめに

心臓1拍あたりの時間(RR間隔)は脳から命令を受けて自律神経を介して常にゆらいでおり、このゆらぎを心拍変動という。心拍変動は交感神経活動や副交感神経活動を反映し、自律神経活動評価や生体負担度評価に用いられている。

視聴覚刺激の情動変化による心拍変動解析は従来から研究されているが、情動の評価は実験後、アンケートによる主観評価するものが殆どである[1,2]。

本研究では、映画視聴時に情動が生じたときの心拍変動へ機械学習を適用し、情動判別が可能か否か検討した。

2. 実験方法

本研究は、名古屋市立大学大学院 芸術工学研究科倫理委員会で倫理面の審査を受け、承認された(30芸倫一第1号)。

2.1. 対象と測定デバイス

対象は健常者12名(男性5名, 女性7名, 25±6歳)で、心電図測定はホルター心電計(Cardy 303 pico, SUZUKEN CO.,LTD)および付属のイベントコントローラーを(Cardy memo)用いた。

2.2. 実験プロトコルと情動の主観評価

ホルター心電計を装着後、対象者は映画を視聴した(映画:

いま、会いにゆきます, 118分, 2004年, 東宝)。Cardy memoに1番から6番のイベントボタンが割り当てられており、情動の種類は①喜び, ②心配, ③驚き, ④悲しみ, ⑤嫌悪, ⑥怒りとした[3]。いずれかの情動が生じた際、対象者はCardy memoのイベントボタンを押して自身の情動と時刻を記録した。喜びの情動が生じた際、イベントボタンの1番を押すことになる。

3. 解析方法

3.1. RR間隔時系列

心電図より全てのR波(心臓の収縮に対応して現れる波の頂点)を検出しRR間隔(RRI)時系列を得た。RRI時系列から連続する洞調律のRRIを抽出し、ステップ関数を用いて2Hzで再サンプリングした(Fig.1)。

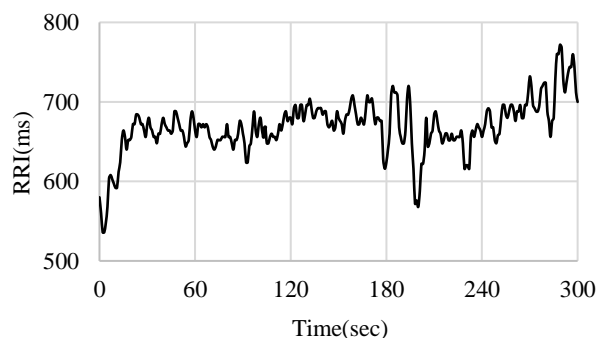


Fig.1 RR intervals time series.

^{†1} 名古屋市立大学大学院 芸術工学研究科
Nagoya City University Graduate School of Design and Architecture

^{†2} 名古屋市立大学大学院 医学研究科
Nagoya City University Graduate School of Medical Sciences

3.2. 情動の判別指標

RRI時系列へComplex demodulation(CDM)法を適用して[4], 低周波数成分振幅(LF:0.04-0.15 Hz)および高周波数成分振幅(HF:0.15-0.45 Hz)を連続関数として計算した(Fig.2). LFは交感および副交感神経活動を反映し, HFは副交感神経活動を反映する[5]. 情動の判別指標はイベントボタンが押された前後1分間(Timescale 1min), 前後2分間(Timescale 2min), 前後3分間(Timescale 3min)のRRI, LFおよびHFの時系列とした.

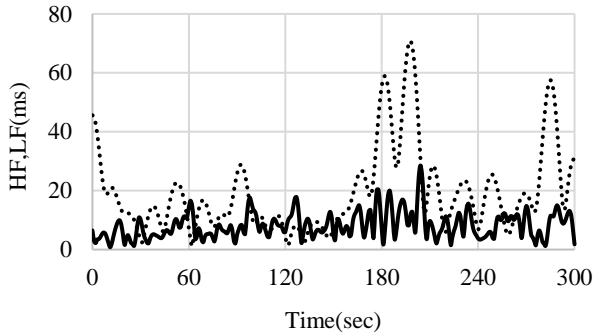


Fig.2 Calculation of LF and HF using CDM.

Dotted line:LF, Solid line:HF

3.3. 機械学習の分類器

情動を判別するための分類器はRandom Forestを用い, 学習データの偏りを少なくするために, k分割交差検証(k=5)により学習と判別検証を行った. Random Forestの決定木の数は1から20, 樹木モデルの最大深さも1から20として, グリッドサーチにより最適なパラメータで学習と判別検証を行った[6]. 各情動に対して(1)式で示す再現率を計算した. ここで, 「喜び」の判別の場合, 真陽性は「喜びを判別できた」, 偽陰性は「喜びを判別できなかった」となる.

$$\text{真陽性} / (\text{真陽性} + \text{偽陰性}) \dots \dots (1)$$

4. 結果・考察

映画視聴時に情動が生じた際, 全対象者でイベントボタンが押された回数の合計は, 喜び:108回, 心配:138回, 驚き:65回, 悲しみ:152回, 嫌悪:4回, 怒り:3回であった. 回数の少なかった「驚き」, 「嫌悪」, 「怒り」は分析対象外とした.

Fig.3は各判別指標における情動判別の再現率の平均値と標準偏差である. 情動が生じた前後1分間のRRIは, 「心配」を0.620±0.106の再現率で判別した. また, 前後1分間のLFと前後3分間のHFはそれぞれ「悲しみ」を0.582±0.116, 0.560±0.171の再現率で判別した. 一方, 「喜び」の再現率はいずれの指標とも約0.2程度となり, 他の情動と比べて再現率が低くなった.

Posner.Jほか(2005)のCircumplex model of affectで「喜び」は快, 「心配」, 「悲しみ」は不快の情動に分類される[7]. 快な情動に比べて不快な情動の方が再現率が高く, 特にRRIは「心配」を, LFとHFのような心拍変動の周波数成分指標では「悲しみ」を判別できる可能性が示唆される.

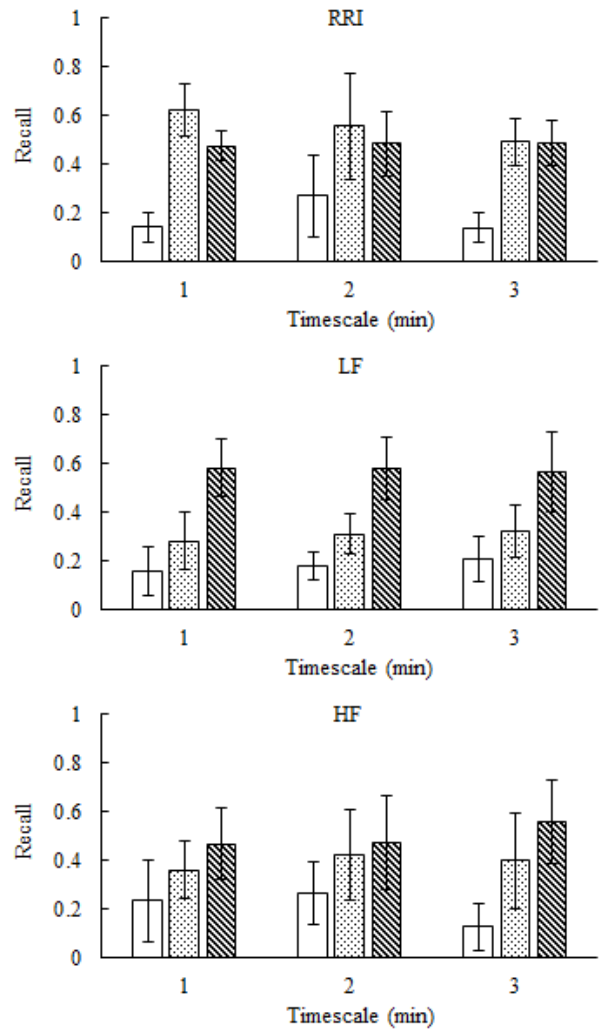


Fig.3 Recall of emotional discrimination for timescale.

□:pleasant, ▨:nervous, ▩:sad

謝辞

本研究を進めるにあたり, 協力して頂いた名古屋市立大学大学院 芸術工学研究科院生の林映見さんに感謝致します.

参考文献

- [1] 村瀬春 他. 視聴覚刺激による情動の変化一心拍変動の分析一, 産業医科大学雑誌, Vol.26, 4, 461-471, 2004
- [2] 吉田 豊, 他. 心拍変動時系列を用いた生体状態の実時間連続判定手法, 電学論 C, Vol.126, 12, 1441-1446, 2006
- [3] Plutchik, Robert. A general psycho- evolutionary theory of emotion. Theories of emotion, 1,4,3-31,1980
- [4] J.Hayano et al. Assessment of frequency shifts in R-R interval variability and respiration with complex demodulation. Journal of Applied Physiology, Vol.77, 6,2879-2888,1995
- [5] 早野順一郎.心拍の揺らぎと自律神経, Therapeutic Research, Vol.17, 1, 163-236, 1996
- [6] 鶴英雄, 中村紗里 他. Pythonによる機械学習入門, オーム社, 第1版第1刷, 2016年11月30日
- [7] Posner.J et al. The circumplex model of affect: an integrative approach to affective neuroscience, cognitive development, and psychopathology. Dev Psychopathol, Vol.17,3,715-734,2005