2ZA-09

経験想起時の心拍変動解析と心電図のカオス性を用いた気分判別

北河茜† 加藤昇平†

†名古屋工業大学

1 はじめに

うつ病や不安障害など心の病をもつ患者数が大幅に増加し，深刻な問題となっている．心の病を予防するためには，日々の心的状態を定量評価する指標が必要であると考えられる．生体信号を用いた心的状態の評価に関する研究は盛んに行われており，感性ワードや喜怒哀楽イメージ時の脳波を用いた研究，歩行時の上肢の筋電位を用いた研究等があるが，これらは測定機器が高価で実用的でない．一方で，心電図の測定機器は24時間携帯可能なホルター心電計やウェアラブルな心電センサが登場しており，実用性と普及性の面で優れていると言える．大橋ら [1] は快・不快イメージ時の心拍変動と心電図のカオス解析に基づいて感性状態を快・不快・平静に分類した．しかし，快・不快の中には様々な種類があるためイメージしづらいと考えられ，日常生活の経験により心的状態は変化する．よって，本研究では現在の気分に影響する経験想起時の心電図を測定し，心拍変動と心電図のカオス性を用いた気分判別を試みた．

2 感情の定義

感情の下位概念として気分と情動があり，C.T.Eagle [2] は情動を一時的な激しい心的作用で，気分を弱いが比較的永続的な心的作用と定義している．感情刺激を与えたときの感情を評価する研究は多いが，刺激への反応は一時的なもので情動にあたると考えられる．心の病の原因となるのは持続性の高い感情であると考え，本研究では「気分」に着目する．

3 心電図から算出する指標

3.1 心拍変動を利用した自律神経機能指標

RR（RR 間隔）

心電図で1回の心拍動は図1のように連続するP波，QRS波，T波として現れる．QRS波最高点Rと次のRとの間隔．

LF(Low Frequency)

心拍の変動時系列データ（RRI）をスペクトル解析した低周波数成分．主に交感神経の活動を反映すると考えられる．

HF(High Frequency)

RRIをスペクトル解析した高周波数成分．副交感神経活動指標として利用される．

ccvHF,ccvLF(coefficient of component variance)

早野ら [3] が定義した各周波数のゆらぎ係数．

$$ccvHF = \sqrt{HF}/\mathrm{mean}(RR) * 100 \quad (\%)$$

$$ccvLF = \sqrt{LF}/\mathrm{mean}(RR) * 100 \quad (\%)$$

$\mathrm{mean}(x)$ は x の平均を返す関数

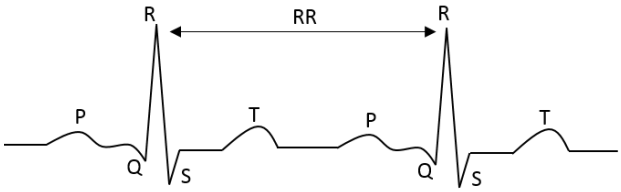

図 1: 心電図1拍

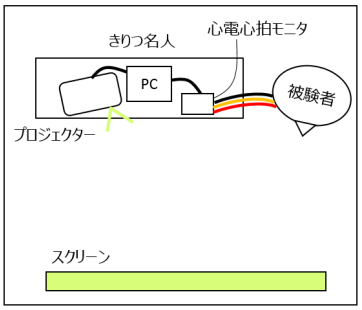

図 2: 実験配置図

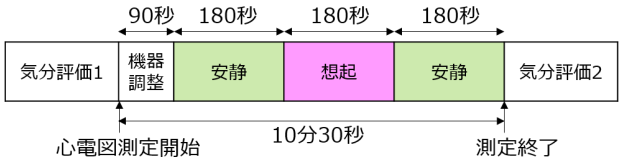

図 3: 実験タイムチャート

CVRR(Coefficient of Variation of RR)

1拍ごとの心拍の揺らぎを表す係数．

$$CVRR = (\mathrm{sd}(RR)/mean(RR)) * 100 \quad (\%)$$

$\mathrm{sd}(x)$ は x の標準偏差を返す関数

3.2 心電図のカオス性

Ivanovらによって心拍変動におけるマルチフラクタル性の存在が報告され，大橋ら [1] は感性状態分類の特徴量として心電図のカオス性を表す指標を用いることの有効性を示した．同文献を参考に，心電図のカオス性を示すLyapunov指数，Lyapunov次元を特徴量候補とする．Lyapunov指数算出時の時間遅れは平均相互情報量に基づいて決定し，心電図の時系列データからLyapunov指数を算出する．

4 実験方法

4.1 被験者分類

日本語版Ten Item Personality Inventory (TIPI- J)を用いてBig Fiveの5つの次元（外向性，協調性，勤勉性，神経症傾向，開放性）に分類し，次元ごとに心電図が異なる傾向を示すか否かを調べる．

4.2 実験設定

被験者は21〜25歳の健常者である．図2に実験環境を示す．部屋の照明は全て点灯し，室温は25度に統一した．実験を行う時間は16〜18時の間とし，食事

*Classification of Mood States Using HRV and Chaos of ECG Signals during Recalling Incident from the Past，Akane KITAGAWA†and Shohei KATO†
†Nagoya Institute of Technology
Gokiso-cho, Showa-ku, Nagoya 466-8555, Japan
{akitagawa, shohey}@katolab.nitech.ac.jp

Copyright ©2018 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

表 1: 気分評価項目

M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
活発な 興奮した	楽しい 嬉しい 満足した	リラックスした 穏やかな	平然とした 静かな	眠い だるい	悲しい 寂しい 憂うつな	神経質な 苦しい

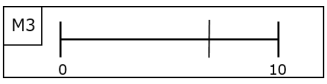

図 4: 気分評価回答例

とカフェインの摂取は心拍変動に影響を与えるため 2 時間前から控えてもらった．被験者は座位でスクリーンに向かい，なるべく楽な姿勢を取り体動しないよう指示する．右手首と左足首に電極を装着し，心電心拍モニター（クロスウェル製）で信号を測定，きりつ名人（クロスウェル製）を用い自律神経機能指標を算出する．心電図測定前に現在の気分を評価し，心電図測定中に想起する内容を迷うことのないようにした．気分評価方法については 4.3 節で詳述する．測定時間は図 3 で示すように機器調整に 90 秒，安静 180 秒，想起 180 秒，安静 180 秒の計 10 分 30 秒間とする．想起では「気分評価 1 で回答した現在の気分に影響する経験を思い出す」ように指示し，経験時の気分を再現してもらった．各区間の切替はスクリーン画面と音で合図し，安静時はスクリーン上の十字を見つめ考え事をしないよう求め，想起時は目線を指定せず目を瞑っていてもよいとした．心電図測定中実験者は気分に影響を与えないよう実験室から退出した．

4.3 気分評価方法

Watson & Tellegen の感情モデル [4] を参考に,「驚き」のような一時的な感情を除外して，表 1 に示す 7 種類の気分を定義した.「気分評価 1」では，7 種類のうち現在の気分に当てはまるものを項目を参考に最大 2 つまで選び，図 4 のように VAS で主観評価した．現在の気分が直前の動作に影響されないよう,「もし今帰宅して何でも話を聞いてくれるロボットが居たらどの経験を最も伝えたいか」を考え，その経験時の気分を回答してもらった．さらに,「気分評価 2」では想起中に気分の強度と種類に変化があったか否かを尋ね，プライバシー保護のため想起内容は任意で聴取した．

5 心電図計測とデータ解析

5.1 計測結果

現在，20〜25 歳の男性延べ 9 名について測定が完了している．各被験者の気分評価結果を表 2 に示す．あらかじめ気分を指定していないためデータに偏りが生じ M4，M5 を評価した被験者はいなかった．7 種類の気分判別には今後さらに被験者数を増やす必要がある．

表 2: 気分評価結果

No.	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
001	0	0.375	0	0	0	0	0.679
002	0	0	0	0	0	0.893	0.286
003	0	0.714	0.375	0	0	0	0
004	0	0.750	0	0	0	0	0
005	0.196	0.607	0	0	0	0	0
006	0.839	0.839	0	0	0	0	0
007	0	0.911	0	0	0	0	0
008	0.650	0	0	0	0	0	0
009	0.670	0	0	0	0	0.750	0

5.2 判別実験

うつ病患者は健常者より HF が減少するという報告 [5] から，気分の変化を反映すると考え周波数成分の中でも HF に着目する．よって，本稿では 3 章で述べた指標のうち RR 間隔，心拍数 (HR)，HF，ccvHF，CVRR の 5 つを特徴量とし, 学習にはサポートベクターマシン (SVM) を用いた.

「気分」は比較的永続的なものであるため，実験の安静時にも反映されており，想起時には現在の気分に影響する事象を思い出すことで心電図への影響が強く表れると考えられる．したがって説明変数は，想起時の各特徴量の平均から安静の代表値を引いたものとした．ここで，安静の代表値とは，安静の各特徴量において心拍間隔 10 拍ごとの平均から中央値を取ったものである．気分「M1」であるか否か,「M2」であるか否かを 3 分割交差検定をし，判別した結果「M1」の正答率は 73.3 %,「M2」の正答率は 70.6 %であった．その気分か否かの 2 クラスにしたため，気分の強度が考慮されておらず精度が低いと考えられる．よって，今後の判別には気分の強度を考慮し回帰を用いて気分の強度を予測したのち，強い気分を「現在の気分」と判別することを考えている．

6 おわりに

本稿では，経験想起時の心電図を気分判別に用いることを提案し，自律神経機能指標を特徴量として SVM による「M1」と「M2」の判別を行った．今後，心電図のカオス性を示す指標を特徴量に加え，ランダムフォレストや k 近傍法などその他のアルゴリズムも用いて精度を比較検討し，より精度の高い気分判別システムを構築していきたい．

参考文献

[1] 大橋正, 神保直樹, 篠崎亮, 中川匡弘 :「心拍変動と心電図のカオス解析に基づいた感性状態分類」，電子情報通信学会論文誌 A，Vol.J97-A, No.7(2014).

[2] C.T.Eagle: ”Effects of existing mood and order presentation of vocal and instrumental music on rated mood responses to that music”.Bulletin of theCouncil for Research in Music Education, 32:55-59 (1973)

[3] Hayano J, Sakakibara Y, Yamada A, Yamada M, Fujinami T, Yokoyama K, Watanabe Y, Takata K: ”Accuracy of assessment of cardiac vagal tone by heart rate variability in normal subjects”. Am J Cardiol, 67:199-204(1991)

[4] Watson,D. , Tellegen, A (1985) ”Toward a consensual struct Ureof mood”. Phychological Bulletin, 98, 219-235.

[5] 早野順一郎 :「循環器疾患の予後に対する抑うつと睡眠時無呼吸の相互作用の危険性」，日本日本心療内科学会誌，17(3)：146 -146(2013)

Copyright ©2018 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.