

人間情報学会

Academy of Human Informatics



第 25 回 人間情報学会講演集

2016年12月21日

東京大学山上会館

人間情報学会 オーラルセッションプログラム

◆日時：平成 28 年 12 月 21 日（水） 11:30-13:40

◆場所：東京大学 山上会館 2 階 大会議室にて

発表 6 分、質疑 3 分、切り替え 1 分

[11:30 - 12:00] オーラルセッション 1 （10 分 × 6 件）

1. 生体情報を行動評価に反映するおもてなしロボットの検討
西田 裕己(1)、池田 悠平(1)、保科 篤志(1)、菅谷 みどり(1)
2. サケエキス摂取による心拍変動解析を用いた抗疲労評価の検討
駒澤真人(1)、板生研一(1, 2)、高橋 義宣(3)、小西達也(3)、杉山美紗子(4)、平田盛子(4)
3. 生体情報を用いた満腹時点の検出
畠雅和(1)、川原靖弘(2)、磯山直也(1)、Guillaume Lopez (1)
4. 生体情報による感情評価を用いたステージ構成支援システム
平松 拓也(1)、菅谷 みどり(1)、池田 悠平(1)、保科 篤志(1)
5. 音声解析と構文解析を組み合わせた感情認識システムの設計
岡崎 晴(1)、米岡 良(1)、高橋淳二(1)、戸辺義人(1)
6. 感情の自己理解を深めるための心理教育支援ツール
池田 悠平(1)、岡田 佳子(1)、菅谷 みどり(1)

[12:30 - 12:40] 休憩

[12:40 - 13:40] オーラルセッション 2 （10 分 × 6 件）

7. 個室ブース内での単純作業における集中状態と頭部動作の相関に関する研究
桑名 健輔(1)、鄭 燮(2)、橋本 哲(2)、林 立也(1)
8. 脳波を用いた通信相手の集中状態計測の試み
長瀬綾佑(1)、藤田晃佑(2)、唐山英明(2)、Guillaume Lopez (1)、戸辺義人(1)
9. 機械学習におけるラベル付けに向けたユーザ行動状態想起支援～質問内容の調査～
佐藤公治(1)、神保拓也(1)、藤波香織(2)
10. 年齢が自律神経系の活動を用いたストレス判定結果に与える影響に関する検証
青木琢也(1)、駒澤真人(2)、板生研一(2, 3)、磯山直也(1)、Guillaume Lopez (1)
11. 深層学習による楽曲分類の検討
大塙稜也(1)、村瀬慶祐(1)、高橋淳二(1)、戸辺義人(1)
12. コミュニティ意識が地域防災行動意図に与える影響とその媒介過程
平山和幸(1)、和田将典(2)、齋藤真由(1)、保坂寛(2)、唐沢かおり(1)

【オーラルセッション概要集】(全 12 件)

1. 生体情報を行動評価に反映するおもてなしロボットの検討

発表者:西田 裕己(1)、池田 悠平(1)、保科 篤志(1)、菅谷 みどり(1)

(1) 芝浦工業大学 工学部 情報工学科

概 要:近年、ロボットが接客を行う取り組みが増えつつある。その一方で、抵抗はないが違和感を持つ人が多い。人とロボットとの接客の違和感を解消できればロボットの接客はより受け入れられるかもしれないと考えられる。そこで、我々はロボットの振る舞いに対して人が感じたことを、生体情報から取得することで主観的ではなく自律的な反応として得、この反応をもとにロボットの行動を選択 / 評価させることで違和感を解消できると考えた。

2. サケエキス摂取による心拍変動解析を用いた抗疲労評価の検討

発表者:駒澤真人(1)、板生研一(1, 2)、高橋 義宣(3)、小西達也(3)、杉山美紗子(4)、平田盛子(4)

(1) WIN フロンティア株式会社

(2) 順天堂大学医学部

(3) マルハニチロ株式会社

(4) 特定非営利活動法人パームインターナショナル湘南

概 要:本研究では、日常的にテニス運動をおこなう男女 14 名を対象とし、アンセリン含有サケエキスの摂取による抗疲労効果を生体センサを用いた心拍変動解析より検証した。2 週間サケエキスを摂取した状態での運動直後の脈波センサの測定結果では、プラセボ摂取群に比べてサケエキス摂取群の方が、運動直後の脈拍数が統計的に有意に低下する傾向がみられた。また、運動試験前日の心拍センサを用いた 24 時間測定より、日中と睡眠時の自律神経機能の変化率をみてみたところ、サケエキス摂取群の方がプラセボ群に比べて睡眠時の HF(副交感神経機能)、TP(トータルパワー)が高まる傾向がみられた(ただし統計的な有意差はなかった)。本実験結果より、アンセリン含有サケエキスの摂取が運動時や睡眠時に抗疲労効果を示唆する傾向がみられた。

3. 生体情報を用いた満腹時点の検出

発表者:畠雅和(1)、川原靖弘(2)、磯山直也(1)、Guillaume Lopez (1)

(1) 青山学院大学 理工学部 情報テクノロジー学科

(2) 放送大学

概 要:食事をする際、自分が食べられると思う量より食べ過ぎてしまい、自律神経系のバランスが崩れてしまう場合が見受けられる。また、アロマには自律神経系を整える効果のある香りが多く存在する。そこで本研究では、食事中の自律神経系の変化を計測し、独自のアルゴリズムから満腹時点を検出してアロマを噴出させるシステムを提案している。今回は食べ過ぎる前、自律神経系はどう変化するかを検証した結果を報告する。

4. 生体情報による感情評価を用いたステージ構成支援システム

発表者:平松 拓也(1)、菅谷 みどり(1)、池田 悠平(1)、保科 篤志(1)

(1) 芝浦工業大学 工学部 情報工学科

概要: ジャグリングなどのステージを行う際その構成はステージの評価を左右する大きな要因である。しかし構成を決めるためには観客の反応を理解する必要がある。観客の反応を理解するために生体情報から感情の推定を行う。用いる生体情報は脳波と心拍であり、ステージのリハーサルなどの時に観客に脳波計、心拍計を付けてもらい、生体情報を取得し解析をする。解析結果をもとにステージ構成の支援を行う。

5. 音声解析と構文解析を組み合わせた感情認識システムの設計

発表者:岡崎 晴(1)、米岡 良(1)、高橋淳二(1)、戸辺義人(1)

(1) 青山学院大学 理工学部情報テクノロジー学科

概要: 人間の発話を用いた感情認識を行う際、音声に含まれる言語情報と韻律特徴のいずれか一方を用いることが多い。しかし、人間のコミュニケーション手段である音声の両面を捉えることで、より正確に感情認識が可能となると考えられる。本研究では、音声の構文に含まれる単語と韻律を同時に解析し、発話者がどのような感情を持っているかを認識するシステムを提案する。

6. 感情の自己理解を深めるための心理教育支援ツール

発表者:池田 悠平(1)、岡田 佳子(1)、菅谷 みどり(1)

(1) 芝浦工業大学 工学部 情報工学科

概要: 良好な対人系を気づく上でアサーショントレーニングが重要視されている。これは自己表現の訓練をするというものである。自己表現のためには、それに先立ち、自己の感情への「気づき」、「名付け」、「表現」というステップが必要であると言われている。しかし客観的に「気づき」、「名付け」というステップを十分支援する方法は提示されてない。この2つのステップを実現するには、自分の感情に気づき、感情を冷静に把握することが重要であるが、そのようなことは難しい。そのような背景から我々は、上述の2つのステップを行う支援をするツールを提案、開発を行った。

7. 個室ブース内での単純作業における集中状態と頭部動作の相関に関する研究

発表者:桑名 健輔(1)、鄭 燦(2)、橋本 哲(2)、林 立也(1)

(1) 千葉大学大学院 工学研究科

(2) ダイキン工業株式会社

概要: オフィスにおける知的生産性向上の一環として、集中作業のための個室ブースを設けるという方法が用いられることがある。個室ブース内の環境制御を効果的に行うためには、生体情報を用いて作業者の状態を判断することが有効であると考えられる。本研究は集中状態の定量化・変動パターン予測に向けた前段階として集中状態と生体情報の相関を検証することを目的として行った。実験により、集中状態と頭部動作の間に相関関係があるという結果が得られた。

8. 脳波を用いた通信相手の集中状態計測の試み

発表者:長瀬綾佑(1)、藤田晃佑(2)、唐山英明(2)、Guillaume Lopez (1)、戸辺義人(1)

- (1) 青山学院大学 理工学部情報テクノロジー学科
- (2) 富山県立大学

概要:近年インターネットの普及により、ネットワークを利用して遠隔で個別講義を行うことが可能となってきた。こうした遠隔講義は、時間や場所の制約を緩和するという長所を有する反面、講師にとっては、受講者である通信相手の集中状態を知ることができないと問題を抱える。そこで本研究では、通信相手が装着する脳波計から抽出される α 波を基に集中状態を算出し、一定間隔で連続的に講師に算出された集中状態を送るシステムを提案する。本論文で本システムの設計・実装を述べる。

9. 機械学習におけるラベル付けに向けたユーザ行動状態想起支援～質問内容の調査～

発表者:佐藤公治(1)、神保拓也(1)、藤波香織(2)

- (1) 東京農工大学 大学院 工学府情報工学専攻
- (2) 東京農工大学大学院 工学研究院 先端情報科学部門

概要:本研究では、機械学習での分類判定精度向上に向けたラベル付けの支援のために、ユーザの過去の状況を正しく想起させるための効果的な質問内容について調査を行った。その状況が習慣的に決まるものと非習慣的に決まるものを対象として実験をした。その結果、前者には、時間、場所、活動状態の質問に過去の情報を付加、後者には、時間に場所を付加、また詳細な活動状態の情報を付加することが効果的な想起質問になると示唆された。

10. 年齢が自律神経系の活動を用いたストレス判定結果に与える影響に関する検証

発表者:青木琢也(1)、駒沢真人(2)、板生研一(2, 3)、磯山直也(1)、Guillaume Lopez (1)

- (1) 青山学院大学 理工学部 情報テクノロジー学科
- (2) WIN フロンティア株式会社
- (3) 順天堂大学医学部

概要:スマートフォンのカメラを用いて心拍変動解析から8段階のストレス度を判定するシステム(COCOLOLO、Winfrontier co.)の利用者から1000万件以上のデータが収集された。そのうち、約5万件の判定結果が利用者の実感と異なっていた。本システムの精度向上のため、これらのデータから年齢による自律神経系の活動評価指標LF/HFへの影響度と、誤判定の場合の年齢との関係を調査した。その結果、高齢者に比べて若年者は判定結果よりもストレスを実感していることが分かった。

11. 深層学習による楽曲分類の検討

発表者:大場稜也(1)、村瀬慶祐(1)、高橋淳二(1)、戸辺義人(1)

(1) 青山学院大学 理工学部情報テクノロジー学科

概要:オンライン音楽配信サービスの普及により数多くの楽曲を聞くことが可能となってきた。音楽は人間の行動や感情に影響すると言われ、ユーザの嗜好する音楽を提示することができれば、生活の快適性向上に寄与すると考えられる。しかし一般的にユーザの嗜好に合う楽曲を見つけるためには様々な楽曲を聴かなければわからないため、好みとなる楽曲を選ぶには膨大な時間を要する。そこで事前の特徴量抽出なしに深層学習を用いて楽曲を分類し、作曲家や楽曲同士を結びつけることによってユーザが効率の良い選曲を支援するシステム構築を検討する。本論文では試作したシステムについて述べる。

12. コミュニティ意識が地域防災行動意図に与える影響とその媒介過程

発表者:平山和幸(1)、和田将典(2)、斎藤真由(1)、保坂寛(2)、唐沢かおり(1)

(1) 東京大学文学部 社会心理学研究室

(2) 東京大学フューチャーセンター推進機構

概要:本研究では、柏市西山地区の住民を対象とした質問紙調査により、住民の地域コミュニティへの参与や近所づきあいなどのコミュニティ意識が地域での防災行動意図に与える影響と、その媒介過程について分析した。分析の結果、コミュニティ意識は、防災訓練に参加する他の住民へのポジティブな認知や、地域における役割・責任意識を媒介して防災行動意図を高めることが示唆された。

生体情報を行動評価に反映するおもてなしロボットの検討

西田裕己¹ 保科篤志¹ 池田悠平¹ 菅谷みどり¹

1 芝浦工業大学 基盤ソフトウェア研究室 〒135-8548 東京都江東区豊洲3-7-5 研究棟14F32A

概要

ロボットが接客を行う取り組みが増えつつある。その一方で、ロボットの接客に違和感を持つ人が多い。しかし、違和感を説明することは難しい。そこで、本研究では無意識の情報である生体情報を用いてロボットの振る舞いに対して人が感じたことを、取得することで主観的ではなく自律的な反応として理解し、それに対する接客サービスをできると考えた。本研究では、人が不快な環境にいる際に、不快を軽減することを目的とした接客行動をおもてなし行動とする。そして、ロボットのおもてなし行動を受けた際の生体情報を取得して、評価を行った結果について述べる。

キーワード：生体情報 心拍情報 ロボット

1. 研究の背景、課題、目的

近年、ロボットが接客を行う取り組みが増えつつある。一方、抵抗はないが違和感がある人が 48.5%という報告がなされている[1]。人とロボットとの接客についての違和感をユーザが言葉で的確に表現することは難しい。そこで、我々はロボットの振る舞いに対して人の快/不快を評価することで接客行動を評価できると考えた。

人が外界の情報に反応した結果を評価する方法として、生体所法を用いた手法による評価がある。中でも心拍の評価は多くの事例で用いられており[2][3]、の中でも我々はロボットが、短時間で判定を可能とする pNN50（連続した心拍の間隔が 50ms の割合）を用いた快/不快の評価[4]として用いるものとした。今回、ロボットの接客行動を評価するにあたり、人が不快な環境にいる際に、不快を軽減することを目的とした接客行動をおもてなし行動とする。これによりロボットのおもてなし行動によってどれほど不快を軽減することができるか調査を行なう。また、いくつかのロボットによる接客を行う実験により、快/不快情報が主観による快/不快評価と一致するかを調査した。これにより、生体情報を用いることが、ロボットの行動評価に用いることができるか実験をもとに検証する。アンケートによる感情評価と脳による機能を計測しロボットの行動評価を行う研究は既になされている[5]。しかし、快/不快情報が行動評価に適しているかどうかの研究はまだ少ない。

2. システム概要

目的に従い、システムの概要を図 1 に記す。

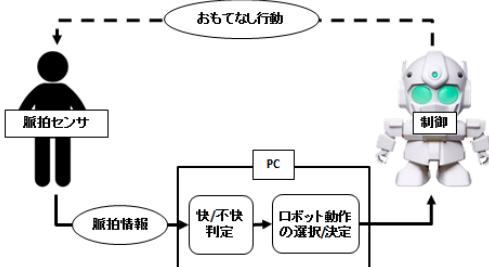


図 1 システム概要図

まず、人に対して心拍センサを装着する。装着した心拍センサから心拍情報を取得し、快/不快判定を行う。判定した結果からロボットが行う動作の選択及び決定を行う。その後、決定された動作を人におもてなし行動として提供するものとした。これらの快/不快判定及びロボットが行う動作の選択/決定は心拍センサから心拍情報が取得される間行うものとする。

ただし、下記に記す実験については、ロボットの行動によって、人を快適にすると考えられる行動が生体情報に及ぼす影響を、基礎調査として行なうべきだと考えた。そのため、本論文では、快/不快判定によるロボットの動作決定判定は行わず、ロボットが動作して接客行動をする際の、人の生体情報の変化を取得するものとした。

3. 実験

3. 1. 概要

実験はロボットのおもてなし行動評価に生体情報は利用可能かどうか検証することを目的として実施した。実験協力者は 10 名(20 代男性 9 名、40 代女性 1 名)とした。用いたロボットのおもてなし行動は実験協力者に対して心地よさの提供を行う行動とした。そして、暑い空間において実験協力者に対し涼しさを提供することは心地よさを提供することと考えた。人は、暑い空間において涼しさを得るために様々な行為を行う[6]。そこで、本実験で用いたロボットのおもてなし行動は実験協力者に対して涼しさの提供を行える以下の 2 つとした。

Ract₁:風鈴の音を流す

Ract₂:扇風機をつける

3. 2. 実験環境

実験環境は暖房を用いて 34°C に調節した実験室で行った。実験室の卓上にはロボット、心拍センサ及びスピーカーを設置した。また、ロボットと被験者の目線が同じ高さになるように椅子を設置し、その隣に扇風機を設置した。



図3 実験環境(左:スピーカーとセンサ 右:扇風機)

3. 3. 手順

初めに実験協力者には心拍センサを付け、実験空間に慣れてもらうため2分間安静にしてもらった。その後以下の2つの動作順どちらか一つをロボットが行った。

動作順①: Ract \square → Ract \square

動作順②: Ract \square → Ract \square

ロボットによる動作の終了後、実験協力者には5分間別室へ待機してもらった。この流れを全てのロボットの動作順を実行するまで繰り返した。実験の最後にRact \square , Ract \square それぞれおもてなしと感じたかをどうかを1~6の6段階でアンケートを取った。このアンケートは、1:おもてなしを感じなかった、6:おもてなしを感じた、と評価を行うものにした。

3. 4. 評価方法

取得された心拍情報から、安静時、動作順①時のRact \square 、動作順①時のRact \square 、動作順②時のRact \square 、動作順②時のRact \square それぞれのpNN50の平均値を算出した。安静時の値は、変化率を算出するための基準として用いた。変化率の計算法は図3の通りである。それぞれの変化率を算出した後、おもてなし行動の順番による影響を相殺するため、動作順①時と動作順②時のRact \square の変化率の平均を算出しそれをRact \square 全体の変化率とした。Ract \square についても同様に算出した。そして、算出した変化率と実験の最後に実施したアンケートを用いて相関を確認した。

$$\text{変化率}(\%) = \frac{((\text{実行したRactの値の平均値}) - (\text{安静時の値の平均値})) * 100}{(\text{安静時の値の平均値})}$$

図4 変化率の算出式

3. 5. 実験結果

実験協力者のアンケートに対応するRact \square , Ract \square 間の変化率のグラフを以下に記す。

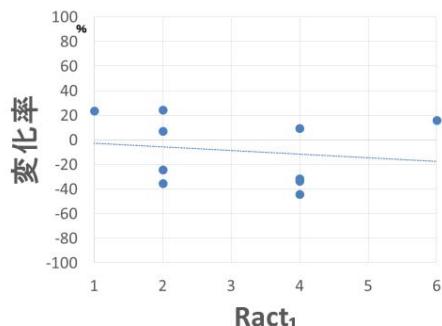


図5 Ract \square 間の変化率と主観評価

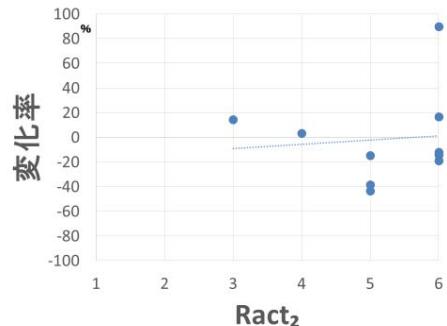


図6 Ract \square 間の変化率と主観評価

アンケートによる主観評価と変化率との相関を確認するため、Ract \square 間の変化率と主観評価、Ract \square 間の変化率と主観評価それぞれについて回帰分析を行った。その結果、Ract \square は主観評価が上がる程、変化率は低下していくという負の相関が見られた($p<0.19$)。対してRact \square は主観評価が上がる程、変化率が上昇していくという正の相関が見られた($p<0.59$)。このような傾向からRact \square のような人に対して直接的な刺激を与えるおもてなしの場合、心拍情報による評価が行えるのではないかと考えられる。

4. まとめ

本研究では、快/不快情報をロボットの行動評価に用いることができるか、実際に人が快適な気分になるような行動をロボットが2種類行って検証した。

結果、人に対して直接的な刺激が快/不快状態を左右するのではないかと示唆された。

今後の実験の課題として、この結果が実際に正しいのか、ロボットが行うおもてなし行動を直接的な刺激のある行動のみで行い、快/不快情報と主観評価を比較する必要がある。そして、ロボットがおもてなし行動を行うことによる効果の検証のため、おもてなし行動をロボットが行う場合、人が行う場合に分けて実験を実施し比較する必要がある。また、今回実施した実験の協力者が10人のみであり、統計学的に有意な結果を示すことが出来なかつたため、実験協力者を増やす必要がある。システムにおいては将来的に、リアルタイムで反応を取得し、反応に基づいたおもてなし行動を行えるようなおもてなしロボットの実装をしていく。

文 献

- [1] 株式会社クロスマーケティング.“コミュニケーションロボットによる接客に関する調査”. 2016, 5, p. 1-32
- [2] Michiko OHKURA, Masahide HAMANO, Hiroyuki WATANABA, “MEASUREMENT OF “WAKUWAKU” FEELING GENERATED BY INTERACTIVE SYSTEMS USING BIOLOGICAL SIGNALS”. KEER, 2010
- [3] 南谷晴之。“疲労とストレス”。バイオメカニズム学会誌。Vol. 21, No. 2, 1997, pp. 58-64
- [4] 鈴木悠太 他. ウェアラブル環境における心拍変動解析における電子機器の制御方法. 人間情報学会ポスターセッション, 2014, p. 13-14
- [5] 木屋亮. 人間共生を目指したロボット行動の評価実験. 修士研究報告. 高知工科大学, 2014, p. 1-65
- [6] 高見初音 他. 夏期に「涼しさ」を得るための行為に関するアンケート調査結果 住宅における視覚・聴覚刺激等の活用と温熱環境の関連性についての研究 その3. 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2012

アンセリン含有サケエキス摂取による心拍変動解析を用いた抗疲労評価の検討

駒澤真人¹ 板生研一^{1,2} 小西達也³ 高橋義宣³ 杉山英沙子⁴ 平田盛子⁴

1 WIN フロンティア株式会社 〒100-0006 東京都千代田区有楽町 1-12-1 新有楽町ビル 247

2 順天堂大学医学部 〒113-8431 東京都文京区本郷 3-1-3

3 マルハニチロ株式会社中央研究所 〒300-4295 茨城県つくば市和台 16-2

4 特定非営利活動法人パームインターナショナル湘南 〒253-0004 神奈川県茅ヶ崎市甘沼 1444

概要

本研究では、日常的にテニス運動をおこなう男女 14 名を対象とし、アンセリン含有サケエキスの摂取による抗疲労効果を、生体センサを用いた心拍変動解析より検証した。2 週間サケエキスを摂取した状態での運動直後の脈波センサの結果では、プラセボ摂取群に比べてサケエキス摂取群の方が、運動直後の脈拍数が統計的に有意に低下し、脈拍数の上昇が抑制される抗疲労傾向がみられた。また、パフォーマンス試験前日の心拍センサを用いた 24 時間の心拍変動解析より、日中と睡眠時の自律神経機能の変化率をみてみたところ、サケエキス摂取群の方がプラセボ群に比べて睡眠時の HF (副交感神経機能)、TP (トータルパワー) が高まる傾向がみられた（ただし統計的な有意差はなかった）。本実験結果より、アンセリン含有サケエキスの摂取が、運動時や睡眠時に、肉体的・精神的にも抗疲労効果を示唆する傾向がみられた。

キーワード：心拍変動解析、自律神経機能、アンセリン、サケエキス、抗疲労評価

背景と目的

日本社会は成熟期を迎え、高度情報化ならびに超高齢化などを背景に、各個人の急速なライフスタイルの多様化や価値観の違いを生み、結果的に疲労やストレスから QOL 低下や心身バランスの崩れを訴える人が増えている。1999 年の時点で厚生省疲労調査研究班が実施した疫学調査にて、疲労感を自覚している人の割合は就労人口の約 60% (4720 万人) で、その半数 (2960 万人) が半年以上続く慢性的な疲労に悩んでいることが示されている[1]。これに伴って近年、「抗疲労・癒し」に関するビジネス領域は、食品・飲料・機器・サービスといった既存の健康産業のほか、移動空間やインフラ等の設備関連など裾野が幅広く拡大してきており、市場規模が急速に拡大してきている。さらにその細分化された内容では、肉体的な疲労改善効果のほか、精神的なリラックスや癒し効果も含まれることが特徴である。

アンセリンに代表されるイミダゾールジペプチドは、肉体的な疲労回復促進効果が報告され[2]、機能性表示食品の関与成分としても利用されている。先行研究で、マルハニチロ株式会社ではアンセリンを含有するサケエキス (SEAns) を開発し、これまで肉体的疲労に関するエビデンスを蓄積してきた[3],[4]。

今回は、肉体的疲労だけでなく精神的な抗疲労効果も含めて検証することを目的として、アンセリン含有サケエキスの摂取による日常的に運動を行う人の抗疲労効果を、生体センサを用いた心拍変動解析により検証する。

試験内容

▶ 被験品の概要

アンセリン含有サケエキスに含まれているアンセリンは、ヒトをはじめとする脊椎動物の骨格筋に多く存在するイミダゾールジペプチドで、乳酸緩衝作用や活性酸素種消去作用等の生理機能への関与が多く報告されている。そこで、我々はアンセリンを 2 週間摂取し

た時の肉体的な疲労低減についてテニス運動を負荷して検証した。なお、アンセリンの摂取量は、これまでの知見から 400mg/日と設定した。

▶ 試験の流れと被験者選定

二重盲検並行群間試験にて、図 1 のスケジュールにて実施した。被験食の摂取期間は 2 週間とした。また、被験者は日常的にテニス運動を実施している 20 代の男女 14 名を対象とした。群分けにより、プラセボ摂取群は 6 名（男性 3 名、女性 3 名）、被験食摂取群は 8 名（男性 4 名、女性 4 名）とした。被験食摂取後 2 週間後にパフォーマンス試験を実施した。

パフォーマンス試験の運動内容は、球出し員が 30 秒間、一定間隔でコートの左右に球出しをしたものを、テニスコートの目標に対して打ち返すものである。その後、20 秒間休憩するサイクルを 4 回行った。これを 1 セットとし、1 セット終了毎に 5 分間の休憩を挟んで合計 3 セット実施した。



図 1. 試験の流れ

▶ 評価項目

本試験では被験者の生体情報を測定するために、専用の指尖脈波センサ[5] (WIN フロンティア株式会社製) 及び心拍センサ[6] (ユニオンツール株式会社製) を使用した。上記のセンサから脈拍数や心拍間隔データを測定し、心拍変動解析より交感神経活動及び副交感神経活動等の自律神経機能を解析した。

自律神経指標の LF/HF の値は交感神経機能の指標と

して用いられ、値が大きいほど緊張、興奮、ストレスを表す指標として用いられている[7]。また、HFの値は副交感神経機能の指標として用いられ、値が大きいほどリラックスしている状態を示す。また、LFとHFの総和はトータルパワー(TP)と呼ばれ、自律神経の活動量を表す指標とされている[7]。このトータルパワーは肉体的・精神的な疲労と相關しているといわれ、値が小さいほど疲労が蓄積されている状態を示すとされている[8]。

脈波センサに関しては、パフォーマンス試験の運動前及び運動直後にそれぞれ脈拍数を測定した。脈波センサの測定タイミングを図2に示す。また、パフォーマンス試験の前日から24時間、心拍センサを使用して心拍変動を測定した。

1回目 測定	ウォーミング アップ	2回目 測定	運動	3回目 測定	運動	4回目 測定	運動	5回目 測定
-----------	---------------	-----------	----	-----------	----	-----------	----	-----------

図2. パフォーマンス試験時の脈波の測定タイミング

実験結果

➤ 脈波センサの結果

脈波センサの結果を表1に示す。その結果、運動前に測定した1回目測定を除き、サケエキス摂取群の方がプラセボ群に比べて、運動直後の脈拍数が低い傾向がみられた。全体平均をみても、サケエキス摂取群の方が、脈拍数が低下する傾向がみられた。また、最終の5回目測定時では、t検定の結果、サケエキス摂取群の方が統計的に有意に低下する傾向がみられた。(※:片側検定p値=0.0415<0.05 ※片側検定有意水準5%)

このように、アンセリン含有サケエキス摂取群の方が運動直後の脈拍数の上昇が抑制され、肉低的な抗疲労効果を示唆する傾向となつた。

一方、その他の自律神経指標に関しては、大きな差異はみられなかつた。

表1. 脈波センサの結果(脈拍数)

測定タイミング	プラセボ摂取群		アンセリン含有 サケエキス摂取群	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差
1回目測定	77.40	14.73	82.65	11.32
2回目測定	94.22	12.52	89.77	8.98
3回目測定	91.83	10.64	85.80	6.85
4回目測定	90.81	14.23	84.81	4.85
5回目測定	93.53	12.32	83.25*	8.08
平均	89.56	7.88	85.26	4.36

*: p<0.05, t検定(片側)

➤ 心拍センサの結果

パフォーマンス試験前日の心拍センサを用いた、24時間の心拍変動解析の結果を表2に示す。日中と睡眠時の自律神経機能の変化率を比較したところ、サケエキス摂取群の方がプラセボ群に比べて睡眠時にHF(副交感神経機能)、TP(トータルパワー)が高まる傾向がみられた(ただし統計的な有意差はなかつた)。

自律神経機能は、肉体的な状態のみならず精神的なストレス、疲労も影響を受けていると言われている[9]。

今回の実験では、アンセリン含有サケエキス摂取群の方が睡眠時の副交感神経機能が高まり精神的なリラ

ックスや癒し効果がみられ、かつ自律神経のトータルパワーが高まり、精神的な観点からも抗疲労効果を示唆する傾向がみられた。

表2. 心拍センサの結果(日中と睡眠時の変化率)

	HFの変化率	TPの変化率
プラセボ摂取群	1.59	0.40
アンセリン含有 サケエキス摂取群	3.28	0.88
P(T<=t) 片側	0.15	0.12

HFの変化率=(睡眠中のHFの平均 - 日中のHFの平均) / (日中のHFの平均)
TPの変化率=(睡眠中のTPの平均 - 日中のTPの平均) / (日中のTPの平均)

結論

本研究では、日常的にテニス運動をおこなう男女14名を対象とし、アンセリン含有サケエキスの摂取による抗疲労効果を、生体センサを用いた心拍変動解析により検証した。

2週間サケエキスを摂取した状態での運動直後の脈波センサの結果では、プラセボ摂取群に比べてサケエキス摂取群の方が、運動直後の脈拍数が統計的に有意に低下し、脈拍数の上昇が抑制され、抗疲労傾向がみられた。また、パフォーマンス試験前日の心拍センサを用いた24時間の心拍変動解析より、日中と睡眠時の自律神経機能の変化率をみたところ、サケエキス摂取群の方がプラセボ群に比べて睡眠時のHF(副交感神経機能)、TP(トータルパワー)が高まる傾向がみられた(ただし統計的な有意差はなかつた)。

本実験結果より、アンセリン含有サケエキスの摂取が、運動時や睡眠時に、肉体的・精神的にも抗疲労効果を示唆する傾向がみられた。

参考文献

- [1] 木谷照夫. 疲労の実態調査と健康づくりのための疲労回復法に関する研究(厚生省). 平成11年度研究業績報告. 2000.
- [2] 新規抗疲労成分:イミダゾールジペプチド. 西谷真人, 宗清芳美, 杉野友啓, 梶本修身, 日本補完代替医療学会誌 6:123-129, 2009.
- [3] アンセリン含有サケエキスの疲労低減効果, 高橋義宣, 河原崎正貴, 星野躍介, 本多裕陽, 江成宏之, 日本食品科学工学会誌 55(9) 428-431, 2008.
- [4] アンセリン含有サケエキスが学生スポーツ選手の疲労低減に及ぼす効果; 寺沢なお子, 棟田裕一, 高橋義宣, 小尾麻菜, 植名康彦;日本水産学会誌 80(4) 601-609, 2014.
- [5] WIN フロンティア株式会社, “Lifescore Quick”, <http://www.winfrontier.com/lifescorequick.html>
- [6] ユニオンツール株式会社, “ウェアラブル心拍センサ WHS-1”, http://uniontool.co.jp/product/sensor/index_02.html
- [7] Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology, Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Circulation, 93, 1043-1065, 1996.
- [8] 倉恒弘彦. 自律神経異常を伴い慢性的な疲労を訴える患者に対する客観的な疲労診断法の確立と慢性疲労診断指針の作成 厚生労働科学研究障害者対策総合研究事業(精神の障害/神経・筋疾患分野) 平成21-23年度総合研究報告書, 2011.
- [9] Tatsushi Onaka, Stress and its neural mechanisms. Journal of Pharmacological Sciences 2005 ; 126(3) : 170-173

生体情報を用いた満腹時点の検出

畠 雅和¹, 川原 靖弘², 磯山 直也¹, ロペズ ギヨーム¹

1青山学院大学理工学部情報テクノロジー学科 〒252-5258 神奈川県相模原中央区淵野辺 5-10-1 相模原キャンパス O棟

2放送大学大学院文化科学研究科 〒261-8586 千葉県美浜区若葉 2-11

概要

背景と目的：現在、日本人の20代の約4割が「過食」という悪い習慣をもっていると言われている。そこで本稿では、過食を抑えるために自律神経系活動の変化から適切な量の食事をした時点（満腹時点）を検出することを目的としている。

方法：無線式心電計（多チャンネルレメーターシステム WEB-7000、日本光電工業株式会社製）を使用し、適切だと思える量を食べた場合と、過食した場合の食事前・食事中・食事後の心拍間隔を抽出し、その周波数解析から交感神経系活動の指標として知られている低高周波比（LF/HF）の変化を分析した。

結果：健常な成人男性（22歳）3名が食事した際の心拍変動データを解析した結果、LF/HFの時間経過において適切な量の食事をした時点を推測することができた。また適切だと思える量を食べた場合と、過食した場合のLF/HFの時間経過では大きく違いがみられた。しかし、食べる物によっては、適切な量の食事をした時点が観測されるタイミングがずれることがあった。

考察とまとめ：LF/HFの時間経過から視覚的にわかる適切な量の食事をした時点を正確に推定するため相互相関関数を適用することで、適切な量の食事をした時点を推定することができた。また、食べる物によって満腹時点がずれる原因として、被験者がその食べ物を美味しく感じながら食べているかどうかが快不快感に影響したためと考えられる。

キーワード：過食 自律神経系 LF/HF 相互相関関数 空腹

1. はじめに

私たちの体は、飲んだり食べたりする一方、エネルギーを消費・放出したり排泄したりと、物体を絶えず体に入り出しあがら、ほぼ一定の状態を維持している。これが一般的に健康な状態と言われている。しかし過食した場合、このバランスが崩れ、食事後にリラックスができない状態が続いて、病気や疾患になる確率が高まり、体に害をもたらすことがある。食の未来研究所の「大人の食習慣」に関するアンケートによると、20代の約4割の人が悪い習慣として「過食」の習慣をもっていると報告している[1]。すなわち、多くの人が食事中に満腹だと感じず、無意識のうちに過食してしまっていることになる。一方、自律神経系の活動は食事前と食事後で交感神経系と副交感神経系が変化するとされている[2]。そこで本研究では、適切だと思える量を食べた場合と、過食した場合の2通りで、食事前・食事中・食事後の心電図を計測、解析し、適切な量の食事をした時点（満腹時点）を自律神経系活動の変化によって見つける手法を結果と共に報告する。適切な量の食事をした時点を満腹時点と明記する。

2. 実験

2.1 実験環境

被験者として健常な成人男性3名（22歳）を対象にし、被験者には、朝食から約5時間何も食べない空腹の状態にてもらい、昼食のタイミングで実験を行った。部屋は気温を約23℃にした環境下において実験を行い、先行研究を元に食事内容は主食、副菜、主菜を用い[3]、適切だと思える量を食べる場合は、約130gのおにぎりを2つ、約150gのサラダを1つ、約30gのから揚げを4つ、約110gのプリンを1つ食べる。過食となる量を食べる場合は、適切だと思える食事量に追加して、約490gの牛丼（約320gのご飯、約170gの牛肉）1つを限界まで食べる。

2.2 実験方法

無線式心電計（多チャンネルレメーターシステムWEB-7000、日本光電工業株式会社製）を用い、被験者に電極を3点誘導法を用いて装着し、サンプリングレート1000[Hz]で心電位を計測する。食事を行う前に10分間安静にし、その後食事を行い、被験者は1口食べるごとに咀嚼を約30回してから飲み込む。また、食事開始から計測が終わるまでの間は、図1の満腹指標にそのときの自分の状態を3分ごとに縦線を引いてもらい、食事が終わってからは、再度10~15分間安静にする。食事前・食事中・食事後の心電を計測する。



図1. 満腹指標

3. 実験結果と分析手法

実験より得られた心電図データから心拍間隔（RRI）を抽出し、周波数解析をした結果、交感神経系活動の指標であるLF/HFを算出し、その時間経過において、図1の満腹指標で満腹が記されたときに特徴的な変化が見られ、満腹時点の推測ができた。適切だと思える量を食べた場合と、過食した場合のLF/HFの時間経過では大きく違いがみられた。また食べる物によっては満腹時点が観測されるタイミングがずれることがあった。

3.1 生体情報を用いた満腹時点推定手法

実験より得られた心電図データから満腹時点を見つけ出すために以下のような分析方法を示す。

3.1.1 時間経過によるLF/HFの変化

先行研究を元に周波数解析手法は取得した心電図データから抽出できるR-R間隔を線形補間した後、0.5秒間隔でフーリエ変換（FFT:Fast Fourier Transform）して得られたパワースペクトルから低周波成分（LF:Low

Frequency) と高周波成分 (HF:High Frequency) の変動を算出する。LF, HF は交感神経系、副交感神経系と関係があり、LF/HF の比が高いと交感神経系が優位で、低いと副交感神経系が優位とされている。本研究は、パワースペクトルの LF 成分の領域を 0.05-0.15[Hz]、及び HF 成分の領域を 0.15-0.35[Hz]とする。実験により得られた適切だと思える量を食べた場合と、過食した場合の心電図データから、LF/HF を算出し、個人差を少なくするために LF/HF を正規化したものを図 2 に示す。今回は被験者の内の 1 人のデータを例として図 2 に表示してある。図中の破線は食事開始、点線は食事を終了した時間である。また、食事開始から食事終了までの時間を食事中とする。食事開始から後に注目すると、必ず 1 度 LF/HF は下降し、ある時間を超えると上昇していく傾向にあることが分かる。さらに過食した場合だと食事終了後も LF/HF の値が上昇し、ある時間を超えると下降していく傾向にあることがわかる。

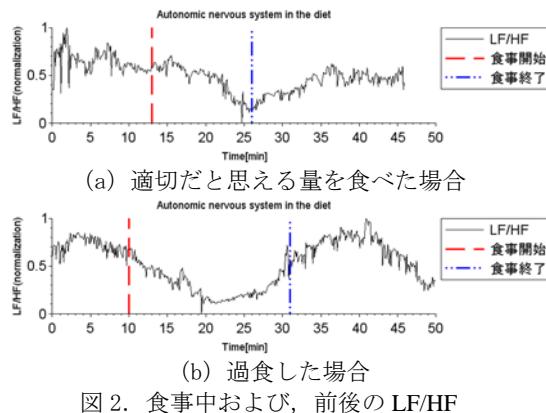


図 2. 食事中および、前後の LF/HF

3.1.2 相互相関関数による分析

満腹時点を推定するために相互相関関数を用いる。相互相関関数は、2 つの信号がどの程度似ているかを表す関数で信号の性質を評価する場合に用いられる。相互相関関数を用いて図 1 の満腹指標で満腹に縦線が引かれた時点（図 2 (a) の 26 分）の前後 3 分（図 2 (a) の 23 分と 29 分）間の LF/HF の時間経過を相関関数とし、図 3 に示す。

適切だと思える量を食べた場合と、過食した場合（図 2 (a) (b)）の両方のグラフに相互相関関数を適応し、比較したグラフを図 4 に示す（図 4 (a) は自己相関関数）。

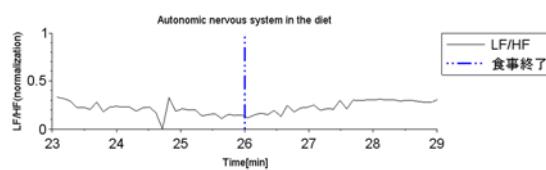
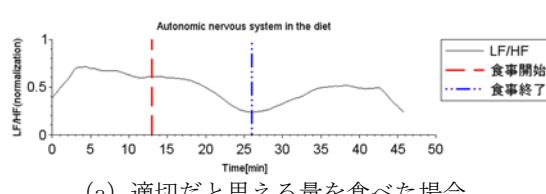
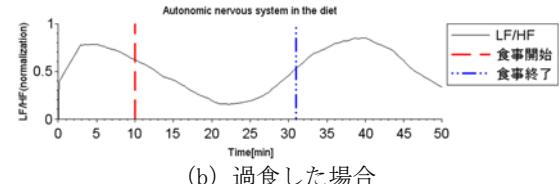


図 3. 満腹時点前後 3 分の相関関数



(a) 適切だと思える量を食べた場合



(b) 過食した場合

図 4. 食事中および、前後の相互相関関数

4. 考察

食事開始から後に注目すると必ず極小点が観測される。極小点と図 1 の満腹指標で満腹に縦線が引かれた時点がおおよそ一致することから、この点が満腹時点と推測される。また、過食した場合のグラフにおいて食事終了後、交感神経系が賦活していくと特徴的な山が観測された。図 1 の満腹指標で限界近くに記されていましたことから、この点が限界時点であると考えられる。

実験を行っていく中で、同じ食事内容ならば同じ LF/HF の時間経過が観測されるが、違う食事内容であると満腹時点の観測される点がずれるときがある。これは被験者がその食べ物を美味しく感じながら食べているかどうかが快不快感に影響したためと考えられる。

5. おわりに

食事を開始した時、交感神経系の活動が下がり、その後満腹時点を超えると交感神経系が賦活していく。適度な量の食事をした場合と過食した場合の違いは、過食において、食事開始後の交感神経系の抑制の後に食事中に交感神経系が賦活し続けることである。交感神経系が賦活するタイミングを推定するために、相互相関関数を用いれば、概ね推定することができた。また、過食を防止するため満腹時点が観測されたときに何らかの刺激を与え自律神経系をコントロールし、交感神経系の賦活を早め限界時点を早期に迎えることができれば過食を防止できると考えられる。先行研究によるとアロマの香りには自律神経系をコントロールする香りが存在するため[5]、アロマの香りを用いれば交感神経系の賦活を早められるかもしれない。

今後は、交感神経系を賦活させるシステム構築を考えていく。

文 献

- [1] 特定非営利活動法人 食の未来研究所 (2013) “「大人の食習慣」に関するアンケート集計結果”, http://shoku-joho.com/wp-content/uploads/2013/11/shoku_anke1127release.pdf
- [2] 本塙田直子, 駒居南保, 鈴木麻希, 林育代, 森谷敏夫, 永井成美, “夜型指向性が若年女性の自律神経活動、胃運動および食欲感覚の日中の変動に及ぼす影響”, 日本栄養・食糧学会誌 (Vol. 69, No. 2), pp. 65-74, 2016.
- [3] 小林茂雄, “鮮やかな光色で照明された食品に対する食欲” 日本建築学会環境系論文集 (Vol. 74, No.637), pp. 271-276, 2009.
- [4] Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. (1996). Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Circulation, 93, 1043-1065.
- [5] 吉田聰子, 佐伯由香, “香りが自律神経系に及ぼす影響” 日本看護研究学会雑誌 (Vol. 23, No. 4), pp. 4_11-4_17, 2000.

生体情報による感情評価を用いたステージ構成支援システム

平松 拓也¹ 池田 悠平¹ 保科 篤志¹ 菅谷 みどり¹

1 芝浦工業大学 基盤システムソフトウェア研究室 〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 研究棟 14F 32A

概要

ジャグリングなどのステージを行う際その構成はステージの評価を左右する大きな要因である。しかし構成を決めるためには観客の反応を理解する必要がある。本研究では、観客の反応を理解するために生体情報から感情の推定を行い、これを用いてステージ構成を支援する。ステージのリハーサルなどの時に観客に脳波計、心拍計を付けてもらい、生体情報を取得し、ラッセルモデルに従い反応を解析するものとした。

キーワード：脳波 心拍 ステージ 感情

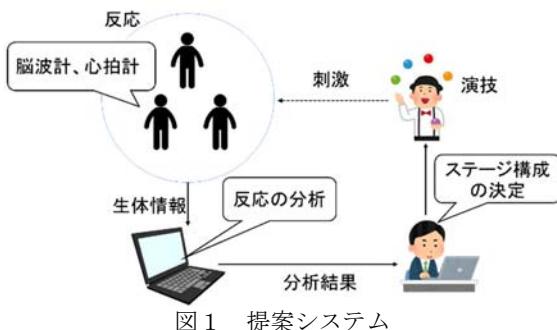
1.はじめに

ジャグリングのステージを行う際の構成は、ステージの評価を左右する大きな要因である。ジャグリングにおけるステージ構成とは、演技中に流す曲や技を繰り出す順序などを決めることがある。しかし、この構成を決めるためには、観客の反応を理解する必要がある。しかし、ステージを観ても拍手をしない人や、面白くなくてもとりあえず歓声を送る人などがおり、拍手や歓声で観客の反応を理解するのは難しい。これは拍手や歓声は意図的に行う行動であり、本心ではどのような感情かを正確に推定できないためである。そこで、本研究では無意識の感情を評価するために、生体情報を用いることで、客観的に把握できると考えた。本研究では、ラッセルの円環モデル[1]に心拍と脳波をマップし感情の判定を行うものとした。生体情報を用いた感情推定から自分自身の感情を客観視する研究[1]はあるが、感情推定をもとにステージの構成の支援を行うような研究は十分に提案されていない。

2.提案

2.1 提案システム概要

図1に提案システムを示した。本システムでは、演目を観ている観客に、脳波計、心拍計を装着してもらい、脳波と心拍の値を計測する。計測結果をもとに反応分析を行い、結果をもとに演者がステージ構成の改善を行う。



2.2 感情の分類手法

感情の分類モデルとして、ラッセルの円環モデル[1]が提案されている。ラッセルの円環モデルとは、人間の感情を「快-不快」「覚醒-眠気」の2軸で分類したモデルである。本研究では「覚醒-眠気」を脳波、「快-不快」を心拍から値をとる[2]。使用する脳波計から算出されるAttentionとMeditationの値を

利用する。Attention-Meditationが0より大きいとき覚醒状態とする。心拍計から得られた心拍間隔からpnn50を算出し、pnn50が0.3より大きいとき、快状態とする。

感情の分類モデルとして、ラッセルの円環モデルの2つの軸に近い感情と、それぞれの中央に位置する感情を計8個抜粋し作成された感情分類モデルを用いる。

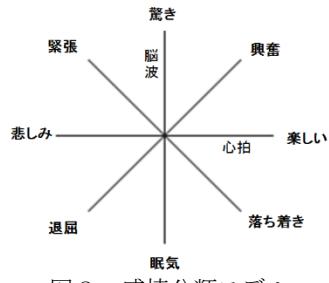


図2 感情分類モデル

生体情報から得られた値をもとにXY平面上に点をマッピングし、原点からマッピングされた点へのベクトルを下の図の様に分解する。

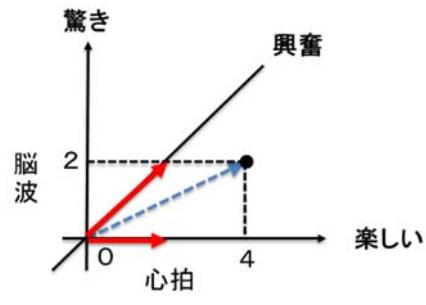


図3 感情の算出

図3は生体情報から(4, 2)の座標にプロットされた点での解析の例である。この点を点Aと呼ぶとする。

点Aの場合「楽しい」と「興奮」を表す線分の間に点が存在している。つまり「楽しい」と「興奮」が混合した感情と言える。原点から点Aへのベクトルを「楽しい」「興奮」を表す線分の方向に分解すると今回の例では

「興奮」が2.83 「楽しい」が1.17という値が得られる。

感情推定を行いたい時間帯に計測されたすべての生体情報に対してこの計算を行い、得られた値を合計する。感情分類モデルの8つの各感情がこの合計値のうち何割の値を占めているかで、感情の推定を行う。

3. 実験

3.1 目的、環境、手順、評価方法

ジャグリングなどのショーを観た時、脳波と心拍から提案手法による感情の推測を行い、主観評価との差異を明らかにするのが目的である。室温 25 度、湿度 58%の環境で、脳波計、心拍計を付けてもらいジャグリングの実演を行った。その後アンケートによる主観評価を行った。

アンケートは、感情の分類モデルの8個の感情を選びその強さを5段階で評価してもらった。

ジャグリングの実演は難易度が異なる3つのセクションから成る構成で行った。難易度の低い方から順にセクション1、セクション2、セクション3とした。

3.2 結果

実験協力者2名のアンケートによる主観評価は以下のようになつた。



図4 アンケート結果

アンケートの結果からセクション1は「退屈」と回答されており、主観評価の結果が悪いと言える。また、セクション3は「興奮」「楽しい」と回答されているので、主観評価の結果が良いと言える。主観評価の結果が良かったセクション3と悪かったセクション1を観ている時の生体情報をもとに感情の分類を行つた。分析の結果をグラフにしたもののが以下の図4である。

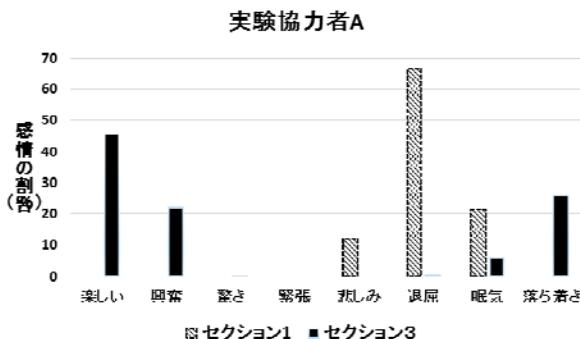


図5 生体情報の解析結果

3.3 考察

図4のグラフから見て取れるように主観評価の結

果が良いセクション3では「楽しい」「興奮」といった感情が高い割合を占めている。また、主観評価の結果が悪いセクション1では「退屈」「眠気」といった感情が高い割合を占めている。このことから、印象のよいステージを構成するには、生体情報の解析結果に「楽しい」「興奮」が推測されるような構成にする必要がある。

実験協力者Aのセクション3に「落ち着き」の感情が高い割合で推測されているが、これは、図2の感情分類モデルの「楽しい」と「落ち着き」が隣り合った感情であり、縦軸の「覚醒-眠気」の閾値を一律に設定しているため、このような結果になったと考えられる。

4. 今後の課題

4.1 生体情報の解析の改善

本研究での解析では、「覚醒-眠気」と「快-不快」の閾値を一律に設定した。しかし、生体情報には個人差がある。このため、閾値を一律に設定した本研究での解析は十分に適切ではないと考えられる。なので、今後の解析手法として個人の心拍と脳波の平均の値から閾値を検討必要がある。

4.2 ステージ構成支援手法の検討

実験結果から印象の良いステージは、感情の分類を行うと「興奮」「楽しい」といった感情が高い割合を占めているのが確認出来た。しかし、ステージの構成を行う際に、どのような構成にすると「興奮」「楽しい」が高い割合になるかはわかっていない。ステージの構成の支援を行うために生体情報の分析結果をどのように利用するかの検討を行い、ステージ構成支援手法を決定する。

4.3 感情の分類手法の有意性を示す

生体情報の解析の改善を行つた後に実験協力者を増やし、再度実験を行う必要があると考えられる。なぜなら、今回の実験では実験協力者が4人と少ないためである。なので、より多くの実験協力者で実験を行い、本研究の感情の分類手法の有意性を示す必要がある。

参考文献

- [1] 坂松 春香、鎌田 恵介、佐々木 槟吾、佐藤 友斗、高橋 啓伸、小倉 加奈代、ベッド B. ビスター、高田 豊雄：“複数の生体情報を用いた感情同定手法に基づ MMD モデルを用いたモデルを用いたセルフフィードバックインターフェースの提案,”情報処理学会、インタラクション 2015.
- [2] James A. Russell, “A Circumplex Model of Affect,” Journal of Personality and Social Psychology, Vol.39 No.6, pp. 1161-1178, 1980.
- [3] 池田悠平。”表情と生体情報を用いた感情推測方法の検討”、卒業論文概要集。芝浦工業大学、2015、第37号、p. 99-100.
- [4] 山本純平、川添瑞木、中澤仁、高汐一紀、徳田英幸、MOLMOD: 生体情報を用いた雰囲気の取得手法の構築、社団法人 電子通信情報学科.

音声解析と構文解析を組み合わせた

感情認識システムの設計

岡崎 晴¹ 米岡 良² 高橋 淳二¹ 戸辺 義人¹

1青山学院大学理工学部情報テクノロジー学科 〒252-5258 神奈川県相模原市中央区淵野辺 5-10-1

2青山学院大学大学院理工学研究科理工学専攻 〒252-5258 神奈川県相模原市中央区淵野辺 5-10-1

概要

発話を用いた人間の感情認識を行う際、音声に含まれる音響的特徴量と言語的特徴量のいずれか一方を用いることが多い。しかし、人間のコミュニケーション手段である音声の両面を捉えることで、より正確に感情認識が可能になると考えられる。本論文では音声の構文に含まれる音響的特徴量と言語的特徴量を同時に解析し、発話者がどのような感情を持っているかを認識するシステムを提案する。

キーワード： 感情 音声認識 言語情報

1 背景と目的

発話を用いた人間の感情認識を行う際、音声に含まれる音響的特徴量と言語的特徴量のいずれか一方を用いられることが多い。しかし、言語的特徴量のみに着目した場合は文字通りの感情を認識できるが、声の調子などの音響的特徴量が無視されることになるため、感情認識として精度は不十分であると考えられる。より高い精度を得るために、音響的特徴量と言語的特徴量のいずれも考慮することが必要である。人間のコミュニケーション手段である音声の両面を捉えることで、より正確に感情認識が可能になるとと考えられる。本論文では音声の構文に含まれる単語と韻律を同時に解析し、発話者がどのような感情を持っているかを認識するシステムを提案する。

2 システム設計

2.1 システム概要

図1に本研究で設計するシステムの構成を示す。図1に示すとおり、発話音声は音響的特徴量抽出のパスと言語的特徴量抽出のパスの2つに渡される。音響的特徴量抽出パスにおいては音声信号の特徴に基づくスコアPsを算出し、言語的特徴量抽出パスにおいてはテキストに含まれる感情極性からスコアPtを算出する。最終的に、PsとPt

の両方を加味することにより、総合的スコアPを算出する。

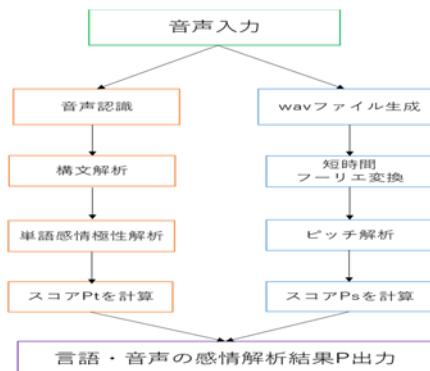


図1 システムの概要

2.2 音響的特徴量

本研究では音響的特徴量としてピッチの変化を用いる。まず入力音声データに対して短時間フーリエ変換を適用し、時間ごとの周波数成分を求める。各時間区間ににおける周波数の最大値を会話周波数域である最小値 f_{min} から最大値 f_{max} の範囲で抽出する。 f_i を時間区域iにおける最大強度となる周波数、 \bar{f} を f_i の全区間の平均、nを時間区域の個数として、標準偏差Sを求める。

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(f_i - \bar{f})^2}{n}} \quad \dots(1)$$

Sを-1から1の範囲で正規化した数値を音響的特

微量に基づくスコア P_s とする。標準偏差の最大値 S_{max} と最小値 S_{min} としたときの P_s は以下で定義される。

$$S_{max} = \frac{f_{max} - f_{min}}{2}, S_{min} = 0 \cdots (2)$$

$$P_s = \frac{\frac{S - (S_{max} + S_{min})}{2}}{\frac{(S_{max} - S_{min})}{2}} \quad (-1 \leq P_s \leq 1) \quad \cdots (3)$$

2.3 言語的特徴量

本研究における言語的特徴量として、高村らの単語感情極性の対応表[1]を使用した。感情極性とは、ある単語が一般的に良い印象を持つ(positive)か悪い印象を持つ(negative)を表した二値属性である。感情極性値は、語彙ネットワークを利用して自動的に計算されたものであり、-1から+1の実数値が割り当てられている。-1に近いほど negative、+1に近いほど positive と考えられる。

そこで、辞書に該当する単語が n 個含まれている発話文中の i 番目の単語の得点を p_i としたときの構文解析の点数 P_t を以下のように定義する。

$$P_t = \frac{\sum_{i=1}^n p_i}{n} \quad (-1 \leq P_t \leq 1) \quad \cdots (4)$$

2.4 感情解析結果

重みを w ($0 \leq w \leq 1$) としたとき、言語・音声の感情解析結果 P は以下のように定義する。

$$P = wP_s + (1 - w)P_t \quad \cdots (5)$$

本研究では-1に近いほど negative 寄り、+1に近いほど positive 寄りとする。

3 実験

3.1 方法

被験者に 2 種類の発話をさせて、主観的評価 P_M ($-1 \leq P_M \leq 1$) と感情認識システムによる構文評価および音声評価との誤差を比較し、誤差が最も小さくなるような最適な重み w を明らかにする。

実験では、 f_{min} と f_{max} をそれぞれ 500[Hz]、

2000[Hz] とし、発話内容は以下の T_1 、 T_2 と設定した。

T_1 : 「雨です濡れになった」

T_2 : 「素晴らしい功績だ」

3.2 結果

実験の結果は表 1 のように求められた。

表 1 実験結果

	P_s	P_t	P_M
T_1	-0.78	-0.65	-0.7
T_2	0.14	0.99	0.6

全ての発話における、2 つの評価値の 2 乗の和 $d = \sum_{i=1}^n (wP_{si} + (1 - w)P_{ti} - P_{Mi})^2$ を最小化する重みとして $w = 0.46$ が求められた。

3.3 考察

表 1 から主観的評価との誤差が最も大きかったのは T_2 の P_s であった。これは初期設定である会話周波数域に問題があると考えられる。最終的な重み w は 0.462 となり、本予備実験においては音響的特徴量に対する重みが比較的低いことがわかった。ただし会話周波数域以外にも発話内容の長さなどによって大きく変化すると考えられる。

4 むすび

本研究では音響的特徴量及び言語的特徴量を考慮した感情識別システムの設計と実装を行った。今後、様々な音声について実験を行うことで重みの最適値と会話周波数域の最大値と最小値について検討し、感情識別の精度の向上を図る予定である。

文 献

- [1] 高村 大也ほか “スピノモデルによる単語の感情極性抽出”, 情報処理学会論文誌ジャーナル, 2006.

感情の自己理解を深めるための心理教育支援ツール

池田悠平¹ 岡田佳子¹ 菅谷みどり¹

1 芝浦工業大学 〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5

概要

良好なコミュニケーションのためのアサーショントレーニングでは、自己表現力を身につけるということが重要とされている。自己表現力を向上させるためには、自己感情の気づきが重要とされるが、自己感情を正確に把握することは難しい。我々は、ラッセルの円環モデル上の感情表記の「快-不快」「覚醒-眠気」の二次元座標に、脳波、心拍から取得される生体情報反応を対応させ、それを表示することで、生体反応として感情を表現するツールを提案することで、感情の自己理解を深めるためのツールとして教材化するものとした。実際に、授業で本ツールを用いた予備的な調査を行った結果について述べる。

キーワード： 感情 可視化 気づき 生体情報 自己評価 ラッセルの円環モデル

1. 研究の背景と目的

心理学者の間では良好な対人関係を築くには、アサーショントレーニング[1]を行うことが重要であるとされている。これはコミュニケーションにおいて自分も相手も大切にした自己表現を身につけるものである。

このような自己表現を身に着けるプロセスとして、岡田らは感情に「気づき」、感情を「名づけ」、「表現する」という3ステップが必要であるとした[2]。これらのプロセスを実現する方法として、感情の「気づき」を主観的に把握するために、快-不快、覚醒-リラックスの二軸に書き出し、その位置をもとに「名づけ」、「表現」という手順をすすめる方法を提案した。この中で「気づき」は人が感情を把握する重要なステップであるが、現在は主に主観によるアンケートにより行なっている。しかし、人が自分の感情を明確に把握することは難しく[3]このステップを客観的に行なうことが困難である。

そこで、我々は感情を生体情報から取得することで、人の感情を客観的に示す方法を提案するものとした。ラッセルの円環モデルでは、感情を快-不快、覚醒-眠気の二次元で評価することから、これに脳波と心拍を対応させた結果をマップしたものをツール上に可視化し、主観による評価との差分を把握することで、「気づき」のステップを支援することができると考えた。この事から、本研究では生体情報を用いて感情を理解するための心理教育ツールの開発を目的とした。

2. ツールの設計と開発

2.1 概要

感情を客観的に見るモデルの先行研究として、ラッセルの円環モデル[4]を用いた感情位置の可視化の研究がある。これは、脳波や鼻部熱画像処理感情を使ってラッセルの円環モデル上に感情位置を可視化するものである。

本研究で開発するツールでも先行研究と同様にラッセルの円環モデルを用いて感情位置の可視化をしていく。具体的には、ラッセルの円環モデルのX、Y軸のみを画面に出力し、以降に述べる2つの方法で画面上に生体情報を可視化し、本人が行う自己の感情推定結果（以降、自己評価）と比較を行う。

2.2 生体情報による感情の可視化

前述の先行研究同様、脳波と心拍から得られる値をX軸の値とY軸の値に対応づくように計算し、XYの位置情報を座標上のモデルにプロットすることで、感情を客観的に示すものとした。

X軸の値は脈拍センサ[7]を使用し算出した。具体的にはセンサから算出される脈拍間隔から快-不快度の

指標を0~1.0の割合で表すpNN50[8]を求めX軸の値とした。

Y軸の値は脳波センサ[9]を使用し算出した。この脳波センサには集中度合と安静度合を0~100のレベルで算出するアルゴリズムが実装されており、集中度合と安静度合の差をラッセルの円環モデルのY軸の値とした。

2.3 ツールの利用手順

ツールの利用手順は以下の1)~3)に示した通りとなる。

1) 主観による感情のマッピング

本提案手法では、ユーザはラッセルの円環モデルで採用されている24種類の感情から自分の感情に最も近いものを1つ選び、画面に出力されたX、Y軸のみが表示されたラッセルの円環モデルを見て、自分の感情がモデル上のどの位置に来るかを考えプロットする。そのプロットを自己評価として本研究では扱う[2]。

2) 生体情報の可視化

ツール起動後から2)の手順に入るまでの全ての生体情報から求められた感情位置をラッセルの円環モデル上にプロットする。この動作は1)の手順を全て終了させた後に行なうものとする。理由は、1)と2)を同時に行なった場合、自己評価の最中にも常にモデル上に生体情報のプロット結果が表示されることになり、ユーザに対して感情の「気づき」のステップを支援することができないためである。

3) プロットの色付けと形変化

プロットの色は1)の動作が行われるたびに変更されて表示されるものとした。これによって、同じ時間帯のプロットは同じ色で表示されるようにした。またプロットの形は生体情報からプロットされた点は丸で表示され、自己評価からプロットされた点は四角で表示される。

つまり、四角い点と周辺にプロットされた同じ色の丸い点が、どの程度離れているかの距離を視覚的に見ることで自分の主観と生体情報がどの程度違うかを知ることができる。

2.4 差分の抽出による「気づき」の支援

前述の動作手順3)まで動作したツールに表示された情報を知ることで、ユーザは自分の感覚と生体情報にどれだけ差があるかを理解することができ、感情の「気づき」のステップを支援できると考えた。

3. 実験

3.1 実験概要

実験協力者は6名（男性5名、女性1名）で行った。

実験手順は、まず、実験協力者に脈拍センサと脳波センサをつけさせ提案ツールを起動させる。次に、生

体情報の安定化のため2分間安静にさせる。安静後、それぞれ違う感情を想起させると期待される動画6本(30~120秒)を視聴させ、それぞれの動画を見終わったあとに提案ツールを使用して自己評価をさせる。全ての動画を見終わった後、提案ツールは生体情報のプロット結果を表示し、実験協力者へ視覚的に自己評価と生体情報の差分を表示する。

なお、用意した動画は表1の通りである。なお第X象限の感情というのはラッセルの円環モデルの第X象限内の感情であるということである。

表1 用意した動画と想定(期待)した感情

映像	映像内容	感情
映像1	楽しさを感じさせる映像	第1象限の感情
映像2	楽しさを感じさせる映像	第1象限の感情
映像3	不気味さを感じさせるCM	第3象限の感情
映像4	不安を感じさせるCM	第2象限の感情
映像5	深刻さを感じさせるCM	第3象限の感情
映像6	美しさを感じさせる映像	第4象限の感情

3.2 実験結果と考察

本研究では、自己評価のプロット位置と生体情報のプロット位置の差分を「気づき」のステップの可視化として結果を評価した。これは図2の式で表される。この式は、生体情報のプロット座標と自己評価のプロット座標との距離の大きさを示しており、この値が小さいほど自己評価のプロット座標と生体情報のプロット座標が近い、すなわち、自分の感情に「気づい」ていると言える。

$$\text{生体情報と自己評価の差分} = \sqrt{(\text{生体情報の} X\text{座標値} - \text{自己評価の} X\text{座標値})^2 + (\text{生体情報の} Y\text{座標値} - \text{自己評価の} Y\text{座標値})^2}$$

図2 生体情報と自己評価の差分の計算方法

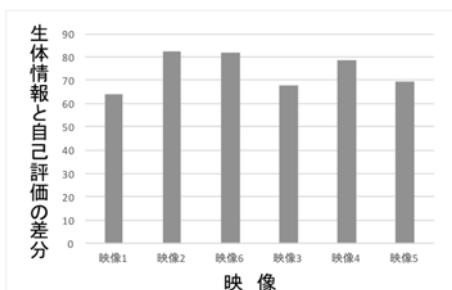


図3 映像ごとの生体情報と自己評価の差分

図3は映像ごとに全実験協力者の生体情報と自己評価の差分の平均をまとめたものである。ここでは、第1、4象限の感情を快領域の感情とし、第2、3象限の感情を不快領域の感情として2種類に分けて調査した。そのため、映像1、2、6は快領域の感情を想起させると期待した映像、映像3~5は不快領域の感情を想起させると期待した映像になる。図3より、快領域映像の生体情報と自己評価の差分は76であり、不快領域の映像の生体情報と自己評価の差分は快領域の映像の生体情報と自己評価の差分に比べ5.5%ほど低い71.8であった。この結果より感情への「気づき」の度合いの差は5%ほどあることが示された。

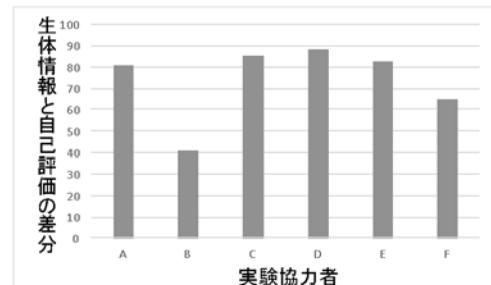


図4 実験協力者ごとの生体情報と自己評価の差分

図4は全映像の生体情報と自己評価の差分の平均を実験協力者ごとにまとめたものである。実験協力者A、C、D、Eはほぼ同じ値を取ったのに対し、実験協力者B、Fは他の実験協力者に比べて1/2~3/4程度の値を取るという結果になった。そこで実験協力者A、C、D、Eと実験協力者B、Fの生体情報と自己評価の差分の平均を比較すると、前者は前者より37%少ない53となった。この結果から差分の値は、大きい人と比較的小さい人に2分化されている。しかし、本結果の有意差は得られていないことから、今後人数を増やした検証が必要である。

4. 課題と今後

今回のツールの自己評価方法では、ラッセルの円環モデルのX軸とY軸のみを見て感情を選びプロットするものであったが、この方法では人によって考えるモデルの大きさが異なるという問題が発生する。この問題は、表示するX軸とY軸に5~10段階ほどの目盛りをつけ、ツール利用開始前に一度感情付きのラッセルの円環モデルを表示する機能を付け加えることで解決できると考えられる。

また、今回実施した実験では実験協力者が6人と少なく、簡単な傾向を示すのみになってしまった。そのため今後は実験協力者を増やす必要がある。こうした課題に対処しつつ、ツールによる有効な支援をさらに検討してゆく。

文 献

- [1] 平木典子. "改訂版アサーション・トレーニング: さわやかな〈自己表現〉のために". 金子書房, 2009
- [2] 岡田佳子(芝浦工業大学)ほか. "感情の自己理解を深めるための心理教育プログラムの開発: 対人関係に苦手意識を持つ中学生を対象とした小グループでの実践", 学校メンタルヘルス, pp132-146, 2015
- [3] 平木典子. "図解 自分の気持ちをきちんと<伝える>技術: 人間関係がラクになる自己カウンセリングのすすめ". PHP研究所, 2007
- [4] James A. Russell. "A circumplex model of affect. it Journal of Personality and Social Psychology", Vol.39, No.6, pp.1161-1178, 1980.
- [5] 田中久弥(工学院大学)ほか. "鼻部熱画像処理に基づいた感情の可視化", 可視化情報, vol23.2003
- [6] 竹内俊文ほか. "脳波による感情の可視化システム", 情報科学技術フォーラム.2002
- [7] 心拍センサ - スイッチサイエンス, <https://www.switch-science.com/catalog/1135/>
- [8] Francesco Moscato ほか, "Continuous Monitoring of Cardiac Rhythms in Left Ventricular Assist Device Patients, Wiley Periodicals", Inc. and International Center for Artificial Organs and Transplantation, 2014
- [9] ニューロスカイジャパン, <http://www.neurosky.jp/products/>

個室ブース内での単純作業における集中状態と頭部動作の相関に関する研究

桑名健輔¹ 鄭燦² 橋本哲² 林立也¹

1 千葉大学大学院工学研究科 〒263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町 1-33

2 ダイキン工業株式会社 〒566-8585 大阪府摂津市西一津屋 1-1

概要

背景と目的：近年の建築分野では、オフィスでの知的生産性向上を目指す取り組みが行われている。本研究は生体情報の空調制御等への活用を想定し、人体から得られる客観的な情報によって作業者の状態検知を行うことを目的とする。

方法：計算課題の作業成績と、頭部に装着した加速度計の測定結果を比較して集中状態と頭部動作の相関を検証した。まず加速度計の測定結果から頭部角度を導き、作業成績との比較によって姿勢状態の評価方法を検討した。さらに例を用いて作業時間内の各種データの変化や分布の対応を見ることで集中状態と頭部動作の相関の検証とした。

結果：まず、頭部角度が作業中の平均± α °の範囲内にある時を安定状態と定義した。次に α の値を複数設定して安定状態時と非安定状態時の作業成績を比較したところ、すべての場合において安定状態時の方が非安定状態時より作業成績が優れており、特に $\alpha=10$ のときに有意差がみられた。また、解答時間推移と頭部角度推移を比較すると、非安定状態には一時的に頭部が大きく動く場合と継続的に頭部の傾きが変化する場合の二種類がみられた。

キーワード： 知的生産性 集中状態 頭部動作

はじめに

オフィスにおける知的生産性向上の一環として、集中作業のための個室ブースを設けるという方法が用いられることがある。個室ブース内において効率的な環境制御を行うためには、生体情報を用いて作業者の状態を判断することが効果的であると考えられる。本研究は集中状態の定量化・変動パターン予測に向けた前段階として集中状態と生体情報の相関を検証することを目的とする。その一例として、集中状態と頭部動作の相関関係を被験者実験の結果から分析した。

1. 被験者実験の概要

1.1 実験条件

期間は平成 27 年 11 月～平成 27 年 12 月とし、9:00～12:10 または 14:30～17:40 に千葉大学工学部棟の実験室(図 1-1)で実施した。被験者は健康な大学生、大学院生の計 23 名とした。環境条件は表 1-1 のように設定し、服装は 1clo 程度（男女ともにスーツ着用）を目安とした。体調管理として、前日よりカフェイン・アルコールを控え、6 時間以上の睡眠[1]と朝食を(午後に実験を行う場合は昼食も)採らせた。成績不良者への罰則を示唆し、作業へのモチベーションを一定に保たせた。

1.2 作業内容

タブレット画面にて難易度がほぼ均一で同程度の解答時間が期待される 3 衍加算を 45 分間行った。各被験者は一回の実験でこの作業を三回行い、同じ工程を二日間に分けて二回行った(図 1-2)。生活リズムを考慮し、同一の被験者では同一の曜日、時間帯を行った。

1.3 計測項目 (計測器の配置は図 1-1 に示す)

■前室：前室では以下の計測項目について計測し、被験者が熱的に環境に馴染んでいたか確認した。

・環境計測項目：①温度 ②湿度 ③CO₂濃度 ④騒音レベル ⑤照度 ⑥色温度 ⑦風速

■個人ブース内：個人ブース内では以下の項目について計測し、実験ケースの条件が実験期間中保持されていたかを確認した。

(1) 環境計測項目：①温度 ②湿度 ③CO₂濃度 ④騒音レベル ⑤照度 ⑥色温度 ⑦風速

(2) 被験者計測項目：⑧頭部加速度、頭部角速度、眼電位(JINS MEME ACADEMIC PACK により計測、計測頻度 50 回/秒) ⑨皮膚電位 ⑩心拍数 ⑪試験作業

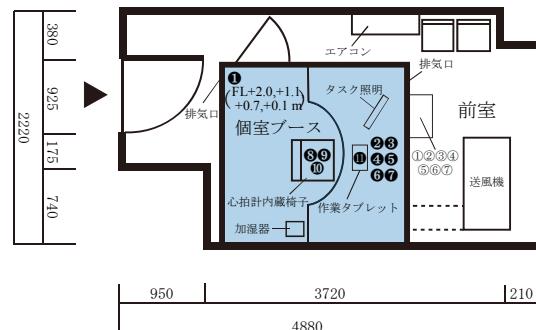


図 1-1 実験室レイアウト

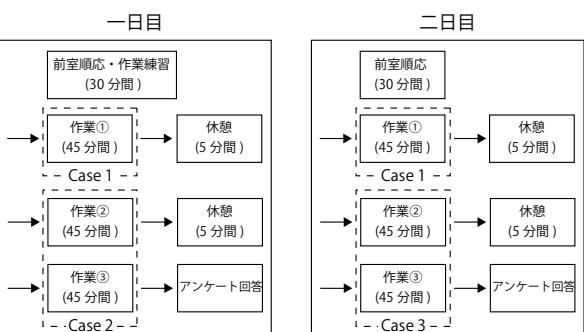


図 1-2 実験手順

表 1-1 環境条件

Case No	照度	色温度	実施順	その他の要因
Case1	500 lx	4,500 K	1,2 日目作業①	温度:20°C
Case2	700 lx	4,500 K	1 日目作業②③	湿度:40%-60%
Case3	700 lx	6,000 K	2 日目作業②③	騒音:50dB 以下 CO ₂ :1,000ppm 以下

1.4 頭部角度の推定

加速度計が内蔵された眼鏡を被験者に装着させ(図1-3)、加速度計によって得られたX軸、Y軸、Z軸方向の加速度($\alpha_x, \alpha_y, \alpha_z$)をもとに頭部角度を推定する。基準となる加速度の値に、測定用眼鏡を水平に置いたときに検出された値を用いる。加速度計は水平に静止した状態において重力加速度(1G)のみを検出するという性質を利用し、頭部角度 $\theta_1 [^\circ]$ を式(1.1)により算出する。

$$\theta_1 = \cos^{-1}(0.063293 \cdot \alpha_x + -0.12488 \cdot \alpha_y + -0.98517 \cdot \alpha_z) \cdots (1.1)$$

 $(\alpha_x, \alpha_y, \alpha_z[G] \text{は X,Y,Z 軸それぞれの方向の加速度を表す})$



図 1-3 端末装着写真

2. 実験結果

2.1 頭部角度と解答時間期待値

全ての Case(環境条件)を通じた作業時の頭部角度について分析する。ここでは、頭部角度と解答時間期待値との相関から、安定状態と非安定状態の境界を探査する。なお解答時間期待値とは、問題ごとに変動する解答時間と経時的に変動する頭部角度を結びつけるために考案した指標である。この指標はある頭部角度を計測した時に取り組んでいた問題の解答時間の期待値を表しており、任意の頭部角度と解答時間を対応させることができるのである。まず、被験者の頭部角度がそれぞれの被験者の計測中の平均頭部角度 $\pm \alpha^\circ$ の範囲内にある時を安定状態と仮定し、この範囲を基準範囲と呼ぶこととする。その後、安定状態と非安定状態の境界を平均頭部角度に対する頭部角度で判定するために、複数の基準範囲(平均頭部角度 $\pm \alpha$, $\alpha = \text{標準偏差}^\circ$ 、 $3^\circ, 5^\circ, 10^\circ, 15^\circ, 20^\circ$)にて基準範囲内外における解答時間期待値を比較分析した(図2-1)。

結果として全ての基準範囲において安定状態時より非安定状態時のほうが解答時間期待値は大きくなり、基準範囲を平均 $\pm 10^\circ$ とした場合に有意差がみられた。平均 \pm 標準偏差 $^\circ$ では解答時間期待値の差は最も小さかったが、これは被験者によって標準偏差が3未満や20以上の場があるなどのばらつきがあったためだと考えられる。基準範囲を平均 \pm 標準偏差 $^\circ$ とすると、標準偏差が小さい人は実際には集中していても少し動いたことにより非安定状態と判別される、標準偏差が大きい人は集中できずに動いていても安定状態と判別されるなどの可能性があり、安定状態の基準範囲の設定では個人差の影響を考慮するより一定の値を定めたほうが効果的であると思われる。さらに、P値が 3° から 10° にかけて減少した後 20° にかけて増加していることから、今回の実験条件では 10° 付近で頭部角度の安定状態を判別することが妥当だと確認できる。

なお、この実験では作業成績の再現性は認められなかつたが、作業成績の再現性や環境条件の違いは頭部動作に直接的に影響するものではないと捉えている。

2.2 解答時間と頭部角度の推移例

ある女性被験者のある一回の作業について、解答時間推移と非安定状態分布を図2-2に、頭部角度推移を図2-3に示す。作業開始後しばらくは頭部角度が安定し解答時間も短い状態が続いているが、約9分経過時に頭部が大きく動くとともに解答時間も増加している(図2-2,2-3中①)。それ以降に解答時間が長くなりながらも安定状態を保っているが、20分ごろからは非安定状態が断続的にみられ、解答時間はさらに長い状態が続いている。非安定状態には一時的に頭部が大きく動く場合と継続的に頭部の傾きが変化する場合の二種類がみられ、この被験者の場合では解答時間が最大のときには徐々に頭部の傾きが増していく状況が確認された(図2-2,2-3中②)。その後頭部角度の増加が止まり別の姿勢に移行したと思われる時点で一時的に解答時間が短くなっていることから、この段階で集中状態の切り替えが起きたと予想できる。

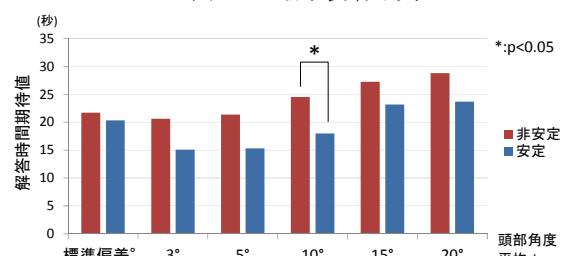


図 2-1 解答時間期待値: 安定状態基準範囲比較

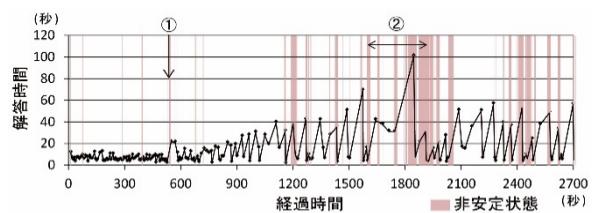


図 2-2 解答時間推移(F207:二日目作業①)

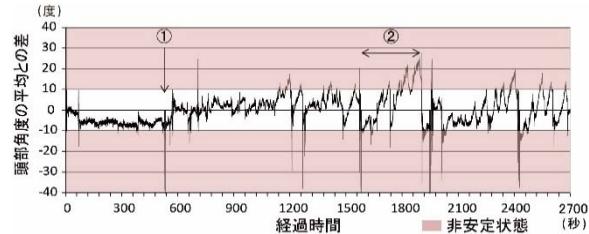


図 2-3 頭部角度推移(F207:二日目作業①)

3. 結論

本研究では個室ブース内での単純作業における集中状態と頭部動作の相関について検証したが、これにより得られた知見を以下に示す。

- ・頭部角度によって安定状態を判別するには基準範囲を定めることが有効であり、標準偏差などの個人差を踏まえた基準範囲よりある一定の基準範囲 ($\pm 10^\circ$) で高い信頼性が示唆された。
- ・非安定状態には一時的に頭部が大きく動く場合と継続的に頭部の傾きが変化する場合の二種類がある。
- ・頭部角度から作業者の集中状態を判断することには信頼性を高められる可能性がある。そのために今回とは姿勢が異なる作業での場合や安定状態の基準範囲の取り方、非安定状態の出現の特徴などについて更なる研究を行う必要がある。今後、頭部角度と同時に計測したその他の生理指標との相関についても分析を行うこととする。

文 献

- [1] 厚生労働省健康局, "健康づくりのための睡眠指針", 2014

脳波を用いた通信相手の集中度計測の試み

長瀬 綾佑¹ 藤田 晃佑² 唐山 英明² ロペズ ギヨーム¹ 戸辺 義人¹

1 青山学院大学理工学部情報テクノロジー学科 〒252-5258 神奈川県相模原市中央区淵野辺 5-10-1

2 富山県立大学工学部情報システム工学科 〒939-0398 富山県射水市黒河 5180

概要

背景と目的：遠隔で行う個別講義では受講者の集中状態を講師が知ることができないという問題がある。本稿では脳波を用いて通信相手の集中状態を測定するシステムを開発する。

方法：被験者には脳波計を装着した状態で映像講義を受けてもらい、同時に被験者の状態を録画する。得られた脳波に対する α 波の割合を η として、 η の値から集中していない状態を判断する。これと観察者が、録画した映像から判断した集中していない状態とを比較することでその精度を評価する。

結果：映像から判断された集中していないと推定されるわけではない状態における η の値は約4%、標準偏差は0.075、集中していないと推定される状態における η の値は約4.5%、標準偏差は0.014となった。

考察：非集中状態、すなわちリラックスしている状態では α 波が多く出ると言われており、今回の実験の結果は若干ではあるがそのとおりの結果が得られた。被験者と観察者が一人ずつであったことや集中状態と判断されても α 波が多く出ている現象やその逆の現象によりこのような結果になったと考えられる。

結論：脳波によって通信相手の集中状態を計測するシステムの設計、開発、実装、精度評価実験を行った。今回の実験では α 波の計測のみで被験者が集中していない状態を十分には抽出できなかった。今後、システム設計を再検討する予定である。

キーワード： 脳波 集中状態 α 波

1 はじめに

近年インターネットの普及により、ネットワークを利用して遠隔で個別講義を行うことが可能となってきた。こうした遠隔講義は、時間や場所の制約を緩和するという長所を有する反面、講師にとっては、受講者である通信相手の集中状態を知ることができないという問題を抱えている。当然ながら、講師は受講者の反応によって授業の内容や速度を変えていくことが往々にしてあり、受講者の集中状態を知ることが授業のクオリティを上げる一つの手段である。鷺見らは、環境埋込み型カメラによる姿勢計測から自己負荷量を算出し、そこから集中度推定できる可能性を示唆した^[1]。しかし、姿勢や動きに現れないような集中は映像では確認できないため受講者が集中しているかどうかの断定はできない。そこで本研究では脳波により直接生体信号を得ることで内面的な非集中も含め計測する。

人間の生体情報を取得する方法はさまざまであるが、一つとして非侵襲脳機能計測がある。脳から信号を得るには、装置が高額である、環境を整えなければ綺麗なデータが取れないなどの問題点もあるが、脳から信号を直接取得する方法として注目を浴びている。中でも脳波は、fMRIやNIRSに比べて安価であり、取得したデータも扱いやすい。後藤らは、ウェアラブル脳波計を用いて集中度を計測している。その指標にはPLIを用いているが、これは特定の周波数の聴覚刺激を呈示しなければならず、映像授業や遠隔授業を想定している本研究では講師の声やその他の音声が聴覚刺激となり、正確な測定ができない^[2]。そこで本研究では脳波の中でも α 波のみに着目することで、計測に外的刺激を必要としない方法で集中度を計測していく。

本研究では、通信相手が装着する脳波計から抽出される α 波を基に集中状態を算出し、一定間隔で連続的に講師に算出された集中状態を送るシステムをHOKAGE (Human's wOrKing Attention and enGagement

Extractor) と名付け、そのシステムを提案する。

2 脳波による集中状態の測定

2.1 脳波について

脳内では電気信号が行き交い、その信号が様々な人の活動を可能にしている。脳波は脳内の電気信号を頭皮に装着した脳波計の電極から読み取り、記録したものであり、盛んに研究が進められてきた。また脳波は、脳内の血流から観測するfMRIやNIRSよりも時間分解能において優れているため本研究では脳波を用いる。

脳波の種類の中に α 波が存在する。 α 波は8~13Hz帯のものを指し、リラックスしているときや目を閉じているときに多く検出される。本研究では α 波が多く検出されたときを非集中状態と定義し、システムの設計を行う。

2.2 HOKAGE の設計

HOKAGEでは脳波計から得たデータを周波数上で解析する。 α 波の周波数帯である8~13Hz帯の周波数スペクトルの絶対値の総和をS、脳波計から得られるすべての帯域の周波数スペクトルの絶対値をTとする。全体の脳波に対する α 波の割合 η は以下のようになる。

$$\eta = \frac{S}{T}$$

ここで算出した η を教師側に送り、教師に受講者がどの程度集中しているかを伝達する(図1、図2)。

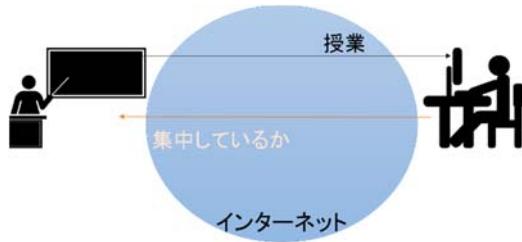


図 1. システム構成図

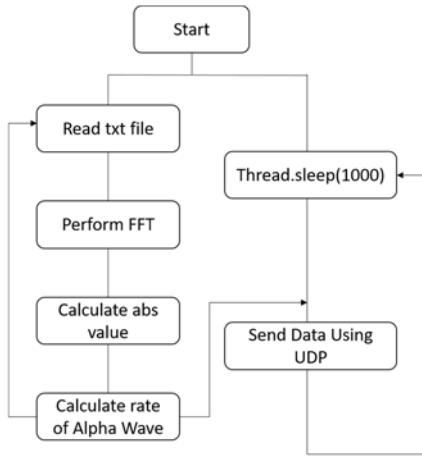


図 2. HOKAGE の処理の流れ

3 実験

3.1 方法

受講者は脳波計を装着した状態で、映像授業を1時間受ける。今回使用する脳波計はTEAC社製のPolymateIIを用いる。PolymateIIが取得したデータを含むテキストファイルを読み込み、図2に示す手順でFFTにより周波数情報として取り出し、 η を求める。脳波計のサンプリング周波数は200Hzである。

観察者は受講者を映像で取り、受講者が集中していないか否かを判断する。映像によって判断した集中状態と、HOKAGEの算出した集中状態を比較する。

被験者の脳波取得には拡張10-20法でグラウンドはAFz、リファレンスは左耳朶、Ozに電極を取り付け脳波測定を行った(図3)。

HOKAGEでは算出した割合を教師側PCに相当するPCへ送り、30秒間で一番 α 波が多く計測された時刻をグラフにプロットする。この時刻の中でもより多く α 波が算出された時刻と、観察者が集中していないと評価した時刻とを照らし合わせることにより評価を行う。



図 3. 実験の様子

3.2 結果

今回の実験では被験者1名に対し1時間7分の講義動画を視聴してもらった。また、評価では観察者1名に、被験者が非集中状態であった時間を書き出してもらった。

実験結果をグラフ化したものを図4に示す。ここで η はHOKAGEが算出した α 波の割合、Pは各割合に対する頻度を割合として算出したものである。また観察者が判断した集中していないと推定される状態をS1、集中していないと推定されるわけではない状態をS2とする。S1における η の平均値は0.045、標準偏差は0.014、S2についての η の平均値は0.041、標準偏差は0.075となっておりS1のほうが η の値が若干高く出ていることがわかる。

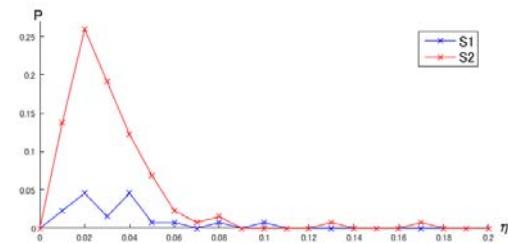


図 4. α 波の割合に対する頻度

今回の実験では α 波の計測のみで被験者の集中状態を判断したが、期待する結果よりも若干の差しか生まなかつたため成功したとは言い難い。今回の実験では観察者が一人であること、被験者がひとりであることによるある程度の個人差が生じていることで、得られる結果が小さいものになっていると推測できるためである。

また、 α 波のみで集中状態を判断していることから、集中状態にあると考えられても α 波が多く出ている状況があるということを加味したシステム設計も検討する必要がある。

4 むすび

脳波によって通信相手の集中状態を計測するシステムの設計、開発、実装、精度評価実験を行った。今回の実験では α 波の計測のみで被験者の集中状態を判断したが、必ずしもよい精度で計測をするまでに至らなかつた。今後は被験者数や観察者数を増やして実験を行うことで個人差による影響を減らしより精度の高いシステムへと発展させる予定である。

文 献

- [1] 鶴見 和彦, 田中 宏一, 松山 隆司, “3次元姿勢計測を用いた人の動作特徴の記述”, 画像の認識・理解シンポジウム, 2004.
- [2] 後藤 隆太郎, 鶴岡 秀樹, 横田 悠右, 成瀬 康, 矢入 郁子, “ウェアラブル脳波計による学習集中度の計測と着座姿勢との相関関係の調査”, ヒューマンインターフェースシンポジウム 2016 論文集 p487-492, 2016.

機械学習におけるラベル付けに向けた ユーザ行動状態想起支援～質問内容の調査～

佐藤公治¹ 神保拓也¹ 藤波香織²

1 東京農工大学 大学院 情報工学専攻 〒184-8588 東京都小金井市中町 2-24-16

2 東京農工大学 工学研究院 先端情報科学部門 〒184-8588 東京都小金井市中町 2-24-16

概要

背景と目的：近年ユーザの行動を推定する研究が注目を集めているが、実環境使用時の判定精度の低下が問題としてあげられている。本研究では、機械学習での判定精度向上に向けたラベル付けの支援のために、ユーザの過去の状況（コンテキスト）を正しく想起させるための効果的な質問内容について調査を行った。

方法：ユーザコンテキスト想起に関する4種類の質問（時間、場所、活動状態、過去の情報）の組合せ8通りを、被験者に行い効果的な質問内容を考察した。ユーザコンテキストは習慣的に決まるもの（ユーザの携帯端末の格納場所）と非習慣的に決まるもの（ユーザの心境）の2種類を対象とした。

結果：習慣的なコンテキストによる想起実験の正解率は、過去の情報を付加した質問が最も高い90%となり、確信度は、時間、活動状態ベースの質問に過去の回答情報を付加している場合以外は比較的高いという結果となった。非習慣的なコンテキストによる想起実験の正解率は、時間、場所、活動状態ベースの質問が最も高い80%という結果となり、確信度は、どの質問項目でも習慣的なコンテキストに比べ低い結果となった。

考察：習慣的なコンテキストの想起に対する質問内容には、時間に場所、活動状態（歩行や食事などの習慣的に決まる動作）、過去の情報を付加したものが効果的であると示唆された。次に、心境のような非習慣的なコンテキストの想起に対する質問内容には、場所、活動状態（イベントなどの印象に残るような出来事、活動）の情報を付加したものが効果的であると示唆された。

結論：機械学習での判定精度向上に向けたラベル付けの支援のために、ユーザの過去の状況を正しく想起させるための効果的な質問内容について調査を行った。調査実験の結果、その質問内容（習慣的なコンテキスト：時間、場所、活動状態、過去の情報、非習慣的なコンテキスト：時間、場所、活動状態）を見つけることができた。

キーワード：能動学習 機械学習 コンテキスト想起支援 アノテーション

背景と目的

近年スマートフォンに搭載された慣性センサやGPSなどによって、ユーザの行動を推定する研究が注目を集めている。しかし、対象クラス数、分類精度とともに充分であるとはいえない。そのような問題の背景として、実環境使用時の判定精度の低下が挙げられる。一般に、帰納学習を行う際には学習データの収集を行う必要があるが、こうしたデータは理想的な環境下で収集されることが多く、個人差がある行動（e.g.端末格納場所、ジェスチャ[1]）を識別する際には、対象ユーザの学習データの有無によって判定結果が大きく変化してしまう。そのため、個人差のある行動の識別を高精度に行うには、個人データを含めた学習が必要であるといえる。それを解決するために、既存分類器の予測結果に対して精度向上に有用と思われるデータを発見して、システムがユーザに質問を行い、回答ラベルを取得する能動学習のモデルを適用する取り組みがなされている。その中で、取得したデータにすぐにラベル付けをするストリームベースの能動学習の研究[2]があるが、これは取得のたびにユーザに質問するのでユーザの不快感を考慮していない。そこで、取得のたびに質問を行うのではなく、ある程度時間が経過後してユーザに時間ができたときに質問を行い、その時の状況を想起してもらう必要がある。

本研究では、ユーザに過去の状況を正しく想起させるための効果的な質問内容について調査を行った。質問内容の候補として、以下に定義する時間、場所、活動状態、過去の回答状況に由来する質問を考え、これらの組み合わせに基づいてユーザに対する質問内容を生成し、各回答結果の違いについて調査を行った。

- ・時間 (T) : ユーザコンテキスト取得時の時間 (e.g.11:20)
- ・場所 (P) : ユーザコンテキスト取得時のユーザの居場所の固有名詞 (e.g.家、食堂、etc.)
- ・活動状態 (A) : ユーザコンテキスト取得時のユーザの行動状態 (歩行または静止)
- ・過去の回答状況 (H) : 過去の同時刻のユーザの回答内容

方法

ユーザコンテキスト想起に関する上記の質問の組合せを表1に表すような条件で被験者に質問して、想起に効果的な質問要素を調査した。実験の流れについて、第1フェーズでは質問によってヒントと正解率を出すための答えを収集するためのアプリケーションを使用し、第2フェーズでユーザに回答をしてもらい、回収した答えと回答から正解率、確信度を算出するためのアプリケーションを使用する。

表1 実験条件

被験者数	10名（女性4名、男性6名）
年齢	23.2±1.5 歳
デバイス	AscendP7×1、被験者の携帯電話
日程	4日間
実験時間	第1フェーズ：およそ11時～14時 第2フェーズ：17時～18時
質問対象	端末格納場所（16箇所）+ α 心境（8個）+ α
測定内容	正解率、確信度（1~5：5が自信大）

質問内容は表2に示すような例を元にT、TL、TA、TLA、T+H、TL+H、TA+H、TLA+Hの8通りを調査した。

表2 質問例

タイプ	質問例
T	時間が11:20
L	あなたの居場所が家
A	あなたの活動状態が静止
H	2016年1月13日(月)のその時間のあなたの回答は「心配」で、確信度は2でした。

ユーザ個人に注目したときに行われる動作に変化が生じて質問内容の種類に違いが生じるかを調べるために、ユーザコンテクストは習慣的に決まるもの(ユーザの携帯端末の格納場所)と非習慣的に決まるもの(ユーザの心境)の2種類を対象とした。

結果

・習慣的コンテクストについて

正解率は図1に示すように、A、Lを付加したものはT単体よりも高いという結果になった。TLAにHを付加したものが最も高い90%となった。確信度については、T、Aベースの質問にHを付加している場合以外は4を越える結果となった。

・非習慣コンテクストについて

正解率は図1に示すように、平均が70%を下回るという全体的に低い結果となり、Aを付加したものがT単体よりも高いという結果になった。確信度について、どの質問項目でも3は越えるが4を越えない結果となった。その中でも、TAの質問が最も低くなかった。

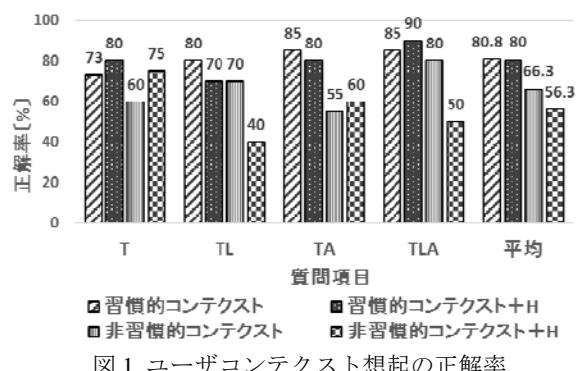


図1 ユーザコンテクスト想起の正解率

考察

・習慣的コンテクストに関する実験の考察

被験者にインタビューを行ったところ、以下のような意見が出た。

- ・机みたいに頻繁に同じような場所に置く場合は覚えやすい
- ・場所から普段の行動を類推して、格納場所を想起させた
- ・歩行や食事をしている等の決まりきっているような動作の活動状態があれば手がかりになる
- ・同じ場所に置いているときなど、格納場所に関して過去の情報が手がかりになることがあった

これらの意見や正解率、確信度から、携帯端末の格納場所のような習慣的なコンテクストの想起に対する質問内容には、時間に場所、活動状態(歩行や食事などの習慣的に決まる動作)、過去の回答内容を附加したもののが効果的であると示唆された。

・非習慣的コンテクストについて

被験者にインタビューを行ったところ以下の意見が出た。

- ・マップに情報を表示してヒントにするとより想起の手がかりになる
- ・イベントなどの活動状態は印象に残るため想起しやすい
- ・過去の同時に同じ心境とは限らないので、過去の情報は手がかりになりにくい

これらの意見や正解率、確信度から、非習慣的なコンテクストの想起に対する質問内容には、場所、活動状態(イベントなどの印象に残るような出来事、活動)を附加したもののが効果的であると示唆された。

・実験条件の正当性評価

以下に実験条件の正当性を述べる。正解率算出に関して、端末格納場所と心境の結果を比べたときに個人のそれぞれの正解率にばらつきが出ていたときは、合算した正解率を比較するのは難しい。例えば、10人中5人が100%で5人が0%の場合と10人が50%の場合はそれらの両者間で正解率の内部にばらつきが生じるため信憑性が低い。今回の実験では1人あたりの1つの質問項目に対する回答回数は2回と影響が小さいため、その問題への懸念は小さいと考えられる。しかし、1人ひとりのデータをより多く扱って正解率を算出する場合は、個人それぞれの正解率のばらつきを考慮する必要があると考えられる。

結論

本研究では、機械学習での分類判定精度向上に向けたラベル付けの支援のために、ユーザの過去の状況を正しく想起させるための効果的な質問内容について調査を行った。調査実験の結果、習慣的なコンテクストと非習慣的なコンテクストの想起に効果的と考えられる質問要素を見つけることができた。

今後の課題として、本研究の最終目標は機械学習へのラベル付けの貢献を行い、個人に特化した分類器を作成することが挙げられる。それを行うために今回高い正解率があげられた習慣的なコンテクストの分類器のためのラベル付け想起支援が考えられる。その一例として河内らが行った端末の格納場所判定[1]の研究の補強への応用などが考えられる。

謝辞

本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費補助金ならびに文部科学省特別経費「持続可能社会にむけた知的情報空間技術の創出」によるものである。

文献

- [1] 河内, 藤波, “携帯電話の格納場所連続監視手法～歩行時および格納動作時判定処理の文脈的併用～”, 情処研報(UBI), Vol.2013-UBI-37 No.19
- [2] Tudor Miu, et al., “Bootstrapping Personalised Human Activity Recognition Models Using Online Activity Learning,” MUM’13, 2013

年齢が自律神経系の活動を用いたストレス判定結果に与える影響に関する検証

青木琢也¹, 駒澤真人², 板生研一^{2,3}, 磯山直也¹, ロペズ・ギヨーム¹

1 青山学院大学理工学部情報テクノロジー学科 〒252-5258 神奈川県相模原市中央区淵野辺 5-10-1

2 WIN フロンティア株式会社 〒100-0006 東京都千代田区有楽町 1-12-1 新有楽町ビル 247

3 順天堂大学医学部 〒113-8431 東京都文京区本郷 3-1-3

概要

背景と目的：スマートフォンのカメラを用いた心拍変動解析からストレス、リラックスの傾向、お疲れ具合を 8 タイプのキモチとして判定するシステム(COCOLOLO、WIN フロンティア株式会社)が開発された。年齢が自律神経系の活動と関係していると示唆されているため、現状の年齢を考慮したアルゴリズムを発展させ、より詳細に年齢を考慮して判定を行うことで判定精度を向上させることができると考えられる。

方法：利用者の測定データと判定結果が誤判定時のフィードバックから、誤判定時の年齢の傾向を検証した。また、年代によって自律神経系の活動にどの程度差が現れるかを、SOM を用いて検証した。

結果：判定結果が誤判定時の年齢の傾向から、判定結果よりもストレスを感じている人には若年者が多く、判定結果よりもストレスを感じていない人には高齢者が多い傾向が見られた。また、年代間の自律神経系の活動の差は、45 歳以降よりも 44 歳までの方が、変化が大きく、特に 20 代から 30 代で最も変化が大きい傾向が見られた。

考察：本研究の結果から、若年者はストレスと判定されやすく、高齢者はストレスと判定されにくくように判定結果を調節し、20 代から 30 代では、年齢に伴い大きく判定結果を変化させ、45 歳以降では年齢に伴う判定結果の変化を小さくすると、判定精度が向上できる可能性がある。

結論：年齢が当システムの判定結果に与える影響について検証した。今後の展望として、現状の年齢を考慮したアルゴリズムを発展させ、より詳細に年齢を考慮して当システムの判定を行い、判定精度が向上するかどうかを検証していきたいと考えている。

キーワード：ストレス 自律神経系活動 年齢 LF/HF SOM

1. 背景と目的

自律神経系の活動がバランスよく機能することで身体をコントロールしていると言われているため、自律神経系の活動を把握することは自己管理を行う上で重要である。そこで、スマートフォンのカメラを用いて心拍変動解析からストレス、リラックスの傾向、お疲れ具合を 8 タイプのキモチとして判定するシステム(COCOLOLO、WIN フロンティア株式会社)が開発された[1], [2]。当システムでは利用者から測定データが 1000 万件以上収集された。そのうち、約 5 万件(全体の約 0.5%) は判定結果が実感と異なっていた。また、先行研究から 20 代から 50 代にかけて年齢に伴い LF/HF が高くなる傾向があるなど[3]、自律神経系の活動は、年齢と関係していることが示唆されている。そのため、年齢が当システムの判定結果に影響を与えると考えられ、現状の年齢を考慮したアルゴリズムを発展させ、より詳細に年齢を考慮した判定を行うことで判定精度を向上させることができると考えられる。そこで、本研究では当システムの精度向上に役立てることを目的とし、年齢が当システムの判定結果に与える影響を検証する。

2. 誤判定時の傾向

当システムの判定結果が誤判定であった場合、年齢にどのような傾向があるかを検証した。判定結果はストレス、ややストレス、ぐったり、ややぐったり、のんびり、ややのんびり、理想、やや理想の 8 タイプがある。約 5 万件の誤判定のデータのうち、判定結果よりもストレスを感じている(判定結果が理想またはやや理想で、実感がストレスまたはややストレス)場合の年齢の割合を図 1(1)、判定結果よりもストレスを感じ

ていない(判定結果がストレスまたはややストレスで、実感が理想またはやや理想)場合の年齢の割合を図 1(2)に示す。図 1(1)は 34 歳までの人の割合が全体の半分以上であるため、判定結果よりもストレスを感じている人には若年者が多い傾向があると考えられる。また、図 1(2)は 35 歳以上の割合が全体の半分以上であるため、判定結果よりもストレスを感じていない人には高齢者が多い傾向があると考えられる。この結果から、年齢が当システムの判定結果に影響を与えると考えられる。若年者はストレスと判定されやすく、高齢者はストレスと判定されにくくように判定結果を調節すると、実感に近い判定ができる可能性がある。

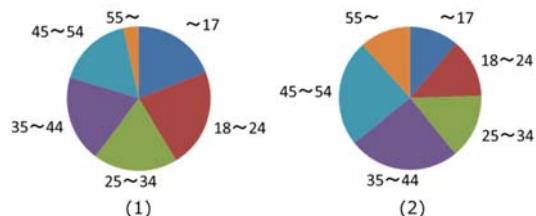


図 1 誤判定の測定データの各年代の割合

3. 年代による自律神経系活動の差の分析

年齢を考慮して当システムの判定結果を調節する際に、どの年代でどのくらいの変化させる必要があるか調べるために、約 1000 万件の測定データを用いて、利用者の年代ごとに自律神経系の活動への影響にどの程度差が現れるかを検証した。

3.1 分析に用いる特徴量

当システムではスマートフォンのカメラ部分に指先

を当て、皮膚の血流の輝度を連続的に取得することで、輝度の変化から脈波形を推定し、その脈波形から検出されたピーク間隔（RR 間隔に相当）のゆらぎを周波数解析し、自律神経指標を算出している。周波数解析手法は、0.04[Hz]～0.15[Hz]を低周波数成分(LF), 0.15[Hz]～0.4[Hz]を高周波成分(HF)として算出している。LF と HF の比 LF/HF は交感神経機能の指標として用いられ、ストレスを表す指標として用いられている。また、LF と HF の総和はトータルパワー (TP) と呼ばれ、自律神経系の活動量を表す指標とされている。分析の特徴量には、自律神経系の活動指標として用いられている HF, LF/HF, TP を対数変換した LnHF, LnLF/HF, LnTP を用いた。対数変換を行う理由は、これらの指標を対数化すると正規性が高まると言われているためである[4]。

3.2 分析手法

分析手法には非線形のデータマイニングに適している、自己組織化マップ (SOM : Self-Organized Map) を用いた。測定データから算出した LnHF, LnLF/HF, LnTP を入力ベクトルとして学習を行い、生成されたマップ上で各年代間の自律神経活動の差を定量化するため、以下の式を用いた。マップ上のユニット i に配置された 2 つの年代 a, b のデータ数をそれぞれ Age_i^a, Age_i^b , 2 つの年代の全データ数をそれぞれ Age_{all}^a, Age_{all}^b とするとき、年代間のデータ数の比 $Rage(i)$ を式(1.1)と定義し、ユニットの属性 $U(i)$ を式(1.2)と定義する。 $U(i)$ が G_a のとき年代 a の割合が多いユニット、 G_b のとき年代 b の割合が多いユニット、Common はどちらでもないユニットを意味している。 G_a と判定されたユニットに配置された年代 a の全データ数を G_{all}^a 、 G_b と判定されたユニットに配置された年代 b の全データ数を G_{all}^b とするとき、年代間の分離度 $rSep$ を式(1.3)として算出する。 $rSep$ の値が大きい程、年代間の自律神経系活動の差が大きいことを意味する。

$$Rage(i) = \frac{Age_i^a}{\frac{Age_{all}^a}{Age_i^b}} \quad (1.1)$$

$$U(i) = \begin{cases} G_a, & Rage(i) \geq \alpha \\ G_b, & Rage(i) \leq \frac{1}{\alpha} \\ Common, & \frac{1}{\alpha} < Rage(i) < \alpha \end{cases} \quad (1.2)$$

$$rSep = \frac{\frac{G_{all}^a}{Age_{all}^a} + \frac{G_{all}^b}{Age_{all}^b}}{2} \quad (1.3)$$

3.3 分析結果と考察

α を 1.05 から 2.00 まで 0.05 刻みで変化させ、各年代間の $rSep$ を算出した結果を図 2 に示す。その結果、17～24 歳と 25～34 歳の間で最も大きな差が見られた。次に 25～34 歳と 35～44 歳の間、17 歳までと 18～24 歳の間で差が現れ、35～44 歳と 45～54 歳の間と 45～55 歳と 55 歳以上の間ではあまり差が現れなかった。

この結果から、年齢による自律神経系の活動の影響について、45 歳以降よりも 44 歳までの方が、変化が

大きく、特に 20 代から 30 代で最も変化が大きい傾向があると考えられる。20 代から 30 代で自律神経系活動の変化が最も大きい理由は、この時期に学生から社会人になる人が多く、環境の変化が大きいことや、運動の機会が減少することによる身体の変化が大きいことが関係しているのではないかと考えられる。また、45 歳以上で自律神経系活動の変化が小さい理由としては、年齢に伴った環境や身体の変化が他の年代に比べて少ないためであると思われる。

年齢を考慮して当システムの判定結果を調節する場合、20 代から 30 代では、年齢に伴い大きく判定結果を変化させ、45 歳以降では年齢に伴う判定結果の変化を小さくすると、判定精度が向上できると考えられる。

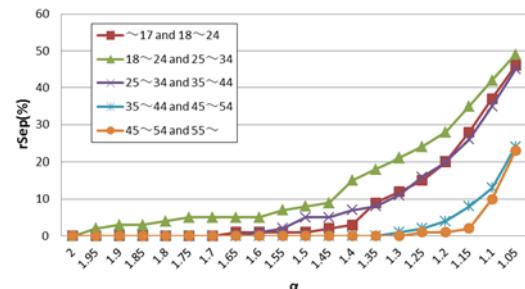


図 2 各年代間の自律神経系活動の差

4. 結論

本研究ではスマートフォンのカメラを用いて心拍変動解析からストレス、リラックスの傾向、お疲れ具合を 8 タイプのキモチとして判定するシステムの精度向上に役立てるため、年齢が当システムの判定結果に与える影響について検証した。

その結果、高齢者に比べて若年者は判定結果よりもストレスを実感していることが分かった。また、45 歳以降よりも 44 歳までの方が、年齢による自律神経系の活動の影響に変化が大きく、特に 20 代から 30 代で最も変化が大きい傾向があることが示唆された。そのため、若年者はストレスと判定されやすく、高齢者はストレスと判定されにくいうように判定結果を調節し、20 代から 30 代では、年齢に伴い大きく判定結果を変化させ、45 歳以降では年齢に伴う判定結果の変化を小さくすると、判定精度が向上できる可能性がある。

今後の展望として、現状の年齢を考慮したアルゴリズムを発展させ、より詳細に年齢を考慮して当システムの判定を行い、判定精度が向上するかどうかを検証していきたいと考えている。

文 献

- [1] Makoto KOMAZAWA, Kenichi ITAO, Hiroyuki KOBAYASHI, Zhiwei LUO: Measurement and Evaluation of the Autonomic Nervous Function in Daily Life. Health, Vol.8 No.10, Jul 2016.
- [2] COCOLOLO について
<http://cocololo.jp/about/>
- [3] John Zhang : Effect of Age and Sex on Heart Rate Variability in Healthy Subjects, Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics, Volume 30, Issue 5, June 2007, pp 374-379
- [4] Yukishita T, Lee K, Kim S, Yumoto Y, Kobayashi A, Shirasawa T, Kobayashi H : Age and Sex-dependent alterations in heart rate variability : profiling the characteristics of men and women in their 30s. Anti-Aging Medicine 7:94-100, 2010

深層学習による楽曲分類の検討

大場 稔也¹ 村瀬 慶介² 高橋 淳二¹ 戸辺 義人¹

1青山学院大学理工学部情報テクノロジー学科 〒252-5258 神奈川県相模原市中央区淵野辺 5-10-1

2青山学院大学大学院理工学研究科理工学専攻 〒252-5258 神奈川県相模原市中央区淵野辺 5-10-1

概要

背景と目的：オンライン音楽配信サービスの普及に伴い、さまざまな楽曲を聴くニーズが増加してきた。

その際、ユーザが聴取したことのない楽曲の中から、自分の嗜好する曲を見つけるのは難しい。本研究では、すでに知っている曲と類似した曲を検索できることを狙って、楽曲を分類する方法を検討する。

方法：深層学習を用いて、楽曲のスペクトルグラムを基に楽曲を分類する。被験者に学習済みの 4 分類した楽曲を聴いてもらい、それらの楽曲が分類済みのカテゴリのいずれに類似しているのかという主観評価を行う。主観評価と深層学習の結果を比較し、精度を評価する。

結果：被験者 5 人による実験では、多くの回答で評価用楽曲の 1 曲目を作曲家 A、2 曲目を作曲家 B に類似していると評価した。深層学習の評価においても、評価用楽曲の 1 曲目は作曲家 A、2 曲目は作曲家 B に類似していると評価しており、被験者と深層学習の評価は一致していた。

考察：被験者の学習時間が増やした場合に過学習され、本実験において被験者の評価用楽曲の評価が変化する可能性がある。

結論：深層学習による楽曲分類システムを試作し、主観評価により分類精度を検討した。被験者と深層学習の評価が一致していることから、深層学習により楽曲を分類できる可能性が示唆された。今後は、多くの楽曲に対する楽曲分類の精度を検証する必要がある。

キーワード：楽曲、深層学習、特微量なし

1 背景と目的

オンライン音楽配信サービスの普及により数多くの楽曲を聴くことが可能となってきた。音楽は人間の行動や感情に影響すると言われ、ユーザの嗜好する音楽を提示することができれば、生活の快適性向上に寄与すると考えられる。そのためユーザの嗜好を考慮した楽曲を推薦するシステムが多く研究されてきた[1]。一般的なシステムはユーザの嗜好に合う楽曲を見つけるためには様々な楽曲を聴き、評価することによって好みとなる楽曲を推薦することができるが膨大な時間を要する。そこで楽曲を分類する研究が行われてきた[2,3]。これらの研究では、楽曲から特微量を抽出し、

特微量に基づいて楽曲を分類している。しかし、今後さまざまな種類の音楽が出現する可能性があることを考えると、事前の特微量抽出なしに楽曲を分類できることが望ましい。そこで本研究では、深層学習を用いて楽曲を分類し、作曲家や楽曲同士を結びつけることによってユーザが効率の良い選曲を支援するシステム構築を検討する。本論文では試作したシステムについて述べる。

2 システム設計

2.1 深層学習

深層学習は入力されたデータからクラス分類や回帰を行う機械学習手法の 1 つである。本論文では、畳み

込みニューラルネットワーク (Convolutional Neural Network: CNN) と Google 社が提供する機械学習用ライブラリ TensorFlow を用いてシステム設計を行う。

2.2 実装

本システムは Python 2.7 を用いて実装した。入力データは wave ファイル (44100Hz、16bit、モノラル) を用いる。wave ファイルを深層学習で適応させるためスペクトログラムに変換し保存した画像データを用いて学習を行う。ユーザが分類したい楽曲も同様に変換し学習データを用いて評価することにより楽曲が分類される (図 1)。

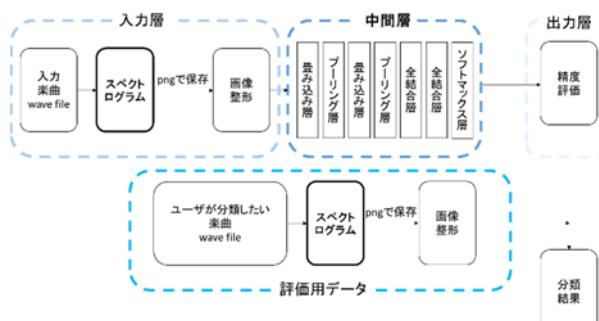


図 1. 本システムの流れ

3 実験および評価

3.1 方法

音楽経験のない被験者に 4 分類した作曲家 A,B,C,D の楽曲を聴いてもらう。1 曲約 90 秒で各作曲家 1 曲、合計 4 曲分で被験者の学習を行う。学習後評価として 4 分類した作曲家以外の楽曲 2 曲を聴いてもらう。被験者には評価として用いた楽曲が分類した、どの作曲家に類似しているか○×の 2 段階にて評価してもらう。複数類似していると感じた場合には、より類似度が高いと感じた作曲家に◎、類似していると感じた作曲家に○、似ていないと感じた作曲家に×で評価してもらう。

3.2 結果

多くの被験者は評価用楽曲の 1 曲目を作曲家 A、2 曲目を作曲家 B に類似していると感じていた。

本実験での深層学習はテストデータに対し約 81.2% の正答率で評価する学習データを用いている。実験で用いた学習データの結果でも評価用楽曲の 1 曲目を作曲家 A、2 曲目を作曲家 B に類似していると評価して

いた。1 曲目

表 1. 被験者の実験結果

被験者\作曲家	A	B	C	D
A (1)	○	×	×	×
A (2)	×	○	×	×
B (1)	○	×	×	×
B (2)	×	○	×	×
C (1)	○	×	×	×
C (2)	×	○	×	×
D (1)	◎	×	○	×
D (2)	×	◎	○	×
E (1)	◎	×	○	×
E (2)	×	◎	×	○

の結果では作曲家 A と作曲家 B の類似率が約 1.0% しか差がないことがわかった。

表 2. 評価用楽曲に対する深層学習の結果

作曲家	A	B	C	D
1 曲目	0.48	0.47	0.050	0.00066
2 曲目	0.054	0.61	0.31	0.032

4 むすび

深層学習による楽曲分類システムを試作し、精度評価実験を行った。被験者と深層学習の評価が一致していることから精度は良いと考えられる。しかし被験者の学習時間が増やした場合に過学習され、本実験において被験者の評価用楽曲の評価が変化する可能性がある。また多くの楽曲を評価させた場合に被験者と深層学習の評価が一致するのか検証する必要がある。

文 献

- [1] 小野 奈瑠美, 藤田 ハミド, “音楽聴取における嗜好情報を用いたハイブリット型楽曲推薦システム”, 情報処理学会研究報告, 2016
- [2] 南部理奈, 斎藤博昭, “音響特徴量と歌詞情報に基づく楽曲嗜好解析支援ツールの製作”, 第 11 回情報科学技術フォーラム, 2012.
- [3] K. M. Han, T. Zin, and H. M. Tun, "Extraction of Audio Features For Emotion Recognition System Based On Music", Int. Journal of Scientific and Technology Research Vol. 5, Issue 06, June, 2016.

コミュニティ意識が地域防災行動意図に与える影響と その媒介過程

平山和幸¹ 和田将典² 斎藤真由³ 保坂寛² 唐沢かおり³

1 東京大学文学部行動文化学科社会心理学専修課程 〒113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1

2 東京大学フューチャーセンター推進機構 〒277-0871 千葉県柏市若柴 178-4-4

3 東京大学大学院 人文社会系研究科社会文化研究専攻(社会心理学) 〒113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1

概要

地域での防災活動は現在の防災における大きな課題となっている。本研究ではコミュニティ意識が地域防災行動意図を促進する媒介過程について検討する。千葉県柏市西山地区の住民に調査票を配布し、コミュニティ意識や防災行動意図、地域に対する認知などをたずね、結果から構造方程式モデリングによりコミュニティ意識が地域防災行動意図を促進する媒介過程のモデル構築を試みた。コミュニティ意識が高いほど地域における責任感・役割意識や防災行動における近隣の人へのポジティブ認知が高まり、地域防災行動を促進することが示された。近所との付き合いや行事への参加を通じて地域及び近隣住民へのポジティブな感情や認知を持つことが防災行動意図の向上につながる可能性が示唆された。

キーワード：地域防災 行動意図 愛着 コミュニティ意識

問題

自然災害の被害をできるだけ出さないように、またできるだけ小さくすることを目的とする防災行動の中でも、避難所など地震に強い社会インフラを整備することで災害の被害を防ごうとする取り組みは、ハード防災と呼ばれる。一方、各家庭で非常食や水を備蓄する、避難先を決めておくなど、一人一人が災害に備える取り組みはソフト防災と呼ばれる。ハード防災はその性質上、行政が担う「公助」であるが、今までの傾向として防災を行政任せにし、各家庭や地域で取り組むソフト防災が不十分であった(内閣府, 2003)。しかし阪神・淡路大震災の際には災害現場での救助の半分以上が家族や近隣住民による「自助・共助」によってなされているなど(内閣府, 2016)、ソフト防災は災害に備えるうえで不可欠なものであると考えられる。

ソフト防災には、家庭で実施されるもの(非常食の準備、家族の連絡方法の確認など)と、地域で実施されるもの(防災訓練への参加、自主防災組織活動への協力など)がある。近年では自主防災組織の数は増加傾向にあるが、内閣府(2014)の調査によると、「携帯ラジオ、懐中電灯、医薬品などを準備している」と半数以上が答えていたのに対し、「防災訓練に積極的に参加している」と答えた人は10.4パーセントであり、地域防災活動への参加は、家庭での取り組みに比べて取り組もうという意欲が低い状況にある(内閣府, 2016)。したがって、地域での防災活動が現在の防災における大きな課題であると言えるだろう。

地域での防災活動についての研究としては、元吉・高尾・池田(2008)が、地域の防災行動をしようという意図である「地域防災行動意図」の規定因についての研究を行っている。元吉らは、災害に対するコスト認知が低く、災害に対するベネフィット認知、防災行動に関する主観的規範、災害への関心、社会考慮、コミュニティ意識(地域の行事への参加や近所との付き合いの程度の認知)が高いほど地域防災行動意図が高まると指摘している。ただ、コミュニティ意識が地域防災行動意図を促進する内的な過程についてはいまだ明らかではない。しかし、住民が防災意識を高める過程を理解することで、それを促すコミュニティ活性化の施策をより適切に作成する手助けとなるため、この過程の検討は非常に重要であると考える。以上の議論

より本研究では、コミュニティ意識が地域防災行動意図を促進する媒介過程について検討する。

元吉ら(2008)では、コミュニティ意識は主観的規範(近隣の人に防災行動を期待されていると思う程度)と高い相関を示していた。また、尾崎・中谷内(2015)では、記述的規範(多数派がどのようにふるまっているかについての情報)が防災行動への参加を示しているとき防災行動が促進されるということが示唆された。これらの結果から、近隣の他者の防災行動に関する情報が防災行動意図に影響する可能性が示唆される。コミュニティ意識がこれらの要因に与える影響としては、コミュニティ意識が高くなることで防災行動に参加している近隣の他者への感情・認知が変化し、それが地域防災行動意図を促進するのではないかと考えられる。本研究では、具体的な感情・認知の変化として、①付き合いの多い近隣の他者が参加していると、自分も参加しなければいけないような気がしてくる、②付き合いの多く親しい近隣の他者が参加していると、楽しそうなので行ってみたくなる、という二通りの変化を想定し、①では地域防災行動意図は促進されず、②で防災行動が促進されると予測する。

また、吉森・糸井川・梅本(2011)では、居住する集合住宅への愛着や、集合住宅での活動への参加意図が強いほど防災行動へ参加することが指摘されている。この指摘から、本研究では地域への愛着もコミュニティ意識の上昇によって高められ、地域防災行動意図を促進する媒介要因であると予測する。

さらに、Mulilis & Duval(1995)は、防災に対する自己責任感が防災行動を促進すると指摘している。そうだとすれば、地域に対する責任感や役割意識があれば、それは地域防災行動を含む地域での活動を促進するのではないかと予測できる。したがって、地域への責任感・役割意識もコミュニティ意識の上昇によって高められ、地域防災行動意図を促進する媒介要因となることも予測する。

方法

回答者 千葉県柏市西山地区の住民を対象とする質問紙調査を行った。この地区は自主防災組織である西山町会防災会による防災への先進的な取り組みや訓練への住民の参加率の高さで知られる。災害の際に避難行動要支援者に対する安否確認や情報連絡、避難支援を行うための避難行動要支援者と支援者のネットワー

クである柏市防災福祉 K-net のモデル地区ともなっており、他の自主防災組織の模範として注目される地域である。

全世帯に 1 部ずつ計 634 部配布し、443 部が回収された（回答率 69.9%）。回答者の平均年齢は 66.6 歳（SD=14.59）だった。

質問項目

コミュニティ意識 元吉ら(2008)の 3 項目を使用した。地域で行われる活動への参加や近所の人々とのつきあいについて、「地域コミュニティの活動（町内会や自治会など）に積極的に参加している方だ」などの問い合わせに対し 5 件法でたずねる項目であった。単純加算し、平均値を求めて尺度を構成した ($\alpha = .80$)。

地域防災行動意図 元吉ら(2008)の 3 項目を使用した。

「地域コミュニティでの防災活動に積極的に参加したいと思う」など、地域における防災活動について、行動意図をたずねる項目であった。単純加算し、平均値を求めて尺度を構成した ($\alpha = .86$)。

地域への愛着 石盛・岡本・加藤（2012）のコミュニティ意識尺度の下位因子「愛着」の 3 項目を使用した。「今住んでいる地域に、誇りとか愛着のようなものを感じている」など、現在住む地域への愛着についてたずねる項目であった。因子分析で負荷の低かった 1 項目を除外し、2 項目を単純加算して平均値を求め、尺度を構成した ($\alpha = .77$)。

防災活動における近隣の人からの影響 近隣住民の多くが防災活動に参加する場面を想定してもらい、ポジティブな影響として「近隣の人が参加するなら楽しそうだ」など 2 項目、義務感を感じる影響として「近隣の人が参加していると自分は断りづらい」など 2 項目、計 4 項目でたずね、それぞれで単純加算し、平均値で尺度を作成した ($\alpha = .71, .78$)。

地域における責任感・役割意識 「地域コミュニティの中で、自分が果たすべき役割がある」など 5 項目でたずね、因子負荷の低かった 2 項目を除いて 3 項目を単純加算し、平均値を求めて尺度を作成した ($\alpha = .87$)。

結果・考察

コミュニケーション意識、地域防災行動意図、地域への愛着、防災行動における近隣の人からの影響、地域における責任感・役割意識の関連を構造方程式モデリングによって検討し、最終的に得られたモデルが図 1 である。

図 1 のモデルより、コミュニケーション意識が高いほど地域における責任感・役割意識を高め、地域防災行動意図を促進することが示された。また、コミュニケーション意識が高いほど防災行動における近隣の人へのポジティブ認知が高まり、地域防災行動を促進することも示された。地域への愛着はコミュニケーション意識によって強まり、防災行動における近隣の人へのポジティブ認知を高める効果があったが、地域への愛着から地域防災行動意図への直接の効果は認められないことも示された。

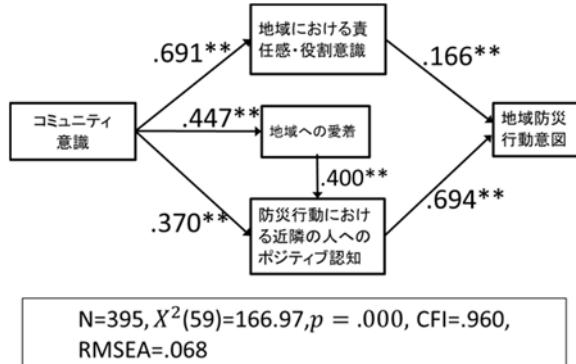


図 1 コミュニティ意識と地域防災行動意図の媒介要因に関するモデル

また、地域における責任感・役割意識が地域防災行動意図へ与える影響よりも、防災行動における近隣の人へのポジティブ認知が地域防災行動意図へ与える影響の方が大きいことも示された。また、図 1 には示されていないが、防災活動における近隣の人からの影響のうち、義務感を感じるような影響が防災行動意図を高める影響は確認されなかった。これは周囲へ申し訳なさや義務感を感じるような付き合いやコミュニケーションの状態では、防災行動意図は高められないということを示唆していると考えられる。

以上の結果は、近所との付き合いや行事への参加を通じて地域及び近隣住民へのポジティブな感情や認知を持つことが防災行動意図の向上につながる可能性を示唆するものである。

文 献

- [1] 石盛真徳・岡本卓也・加藤潤三, “コミュニケーション意識尺度（短縮版）の開発”, *The Japanese Journal of Experimental Social Psychology*(53(1)), pp.22-29, 2012.
- [2] 元吉忠寛・高雄堅司・池田三郎, “家庭防災と地域防災の行動意図の規定因に関する研究”, *社会心理学研究*(23(3)), pp.209-220, 2008.
- [3] Mulilis, J-P., & Duval, T. S., “Negative threat appeals and earthquake preparedness: A person-relative-to-Event (PrE) model of coping with threat. *Journal of Applied Social Psychology* vol.25, pp.1319-1339, 1995.
- [4] 内閣府, 防災白書(平成 15 年度版), 国立印刷局, 2003.
- [5] 内閣府, 「防災に関する世論調査」の概要, 内閣府政府広報室, 2014.
<http://www.bousai.go.jp/kaigirep/kentokai/hisaishashi/en2/pdf/dai5kai/siryo2.pdf>
- [6] 内閣府, 防災白書(平成 28 年度版), 国立印刷局, 2016.
- [7] 尾崎拓・中谷内一也, “記述的規範と他者との相互作用が地震防災行動に及ぼす影響”, *社会心理学研究*(30(3)), pp.175-182, 2015.
- [8] 吉森和城・糸井川栄一・梅本通孝, “超高層集合住宅における災害対応力に関する研究—平常時防災行動の影響要因の検討—”, *地域安全学会論文集*(14), pp.111-121, 2011.

第25回 人間情報学会講演集

平成 28年 12月 14日 発行

発行所 人間情報学会
〒100-0006 東京都千代田区有楽町1-12-1 新有楽町ビル247
Tel. 03-5252-7382 Fax. 03-5252-7386
E-mail: admin@npowin.org
URL: <http://www.ahi-soc.info>