

人間情報学会

Academy of Human Informatics



第 23 回 人間情報学会講演集

2016 年 4 月 21 日

東京大学山上会館

【第 23 回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 4 月 21 日（木） 11:30-13:00

◆場所：東京大学 山上会館 2 階 大会議室

[11:30-13:00] オーラルセッション（15 分×6 件）

① 11:30-11:45 「移動するステレオカメラによるオプティカルフローを用いた移動物体検出」

戸田 哲郎¹、増山 岳人¹、梅田 和昇¹

¹ 中央大学

② 11:45-12:00 「在宅高齢者のテレビ視聴形態と認知機能の関係 ～生活機能を介して～」

荻原牧子¹、戸ヶ里泰典¹、川原靖弘¹

¹ 放送大学

③ 12:00-12:15 「感情分析を適用した機械対話による気分改善の効用実験」

齊藤桂¹、橋本芳昭¹、植田俊幸²、石井克典³

¹ 株式会社 LASSIC 感情医工学研究所

² 国立病院機構 鳥取医療センター

³ 公立鳥取環境大学 環境学部

④ 12:15-12:30 「個人の心理特性に合わせた音声対話式カーナビゲーションシステムの検討」

小島岳広¹、神沼充伸²、磯山直也¹、ロペズギヨーム¹

¹ 青山学院大学

² 日産自動車株式会社

⑤ 12:30-12:45 「交感神経ブロックによる良導絡（経絡）相互関係解明のための検討」

吉田隆¹、川原靖弘²、伊藤樹史³

¹ セラピア鍼灸治療院

² 放送大学

³ 東京医科大学

⑥ 12:45-13:00 「約 20 万件の大量の心拍変動データに基づく自律神経機能と気象との関係」

駒澤真人¹²、板生研一¹³、羅志偉²

¹ WIN フロンティア株式会社

² 神戸大学大学院システム情報学研究科

³ 順天堂大学医学部

[詳細発表内容]

1	移動するステレオカメラによるオブティカルフローを用いた移動物体検出 戸田 哲郎¹、増山 岳人¹、梅田 和昇¹ ¹ 中央大学 近年、移動ロボットの自律化や自動車等の自動操縦を実現するために、画像処理を応用し、環境や障害物を認識する研究が盛んになっている。このとき、カメラが静止している場合と違い、移動するロボットや自動車に載せたカメラから得た画像は、移動物体に加え、本来背景としたい領域についても見かけの動きが生じてしまう。そこで本研究では、移動するステレオカメラを用いて推定した運動パラメータを基に背景のオブティカルフローを除去することで移動物体を検出する手法を提案する。
2	在宅高齢者のテレビ視聴形態と認知機能の関係～生活機能を介して～ 荻原牧子¹、戸ヶ里泰典¹、川原靖弘¹ ¹ 放送大学 日常生活での介護予防方法の考案が望まれる中、高齢者のテレビ視聴形態ログによる認知機能の検知を目的に、認知機能と生活機能およびテレビ視聴について調査を行った。410 人の高齢者を対象とし、閉じこもりの程度により 2 群に分け、テレビ視聴との関連を考察した。認知機能と閉じこもりの評価には、ファイブ・コグ検査及び基本チェックリストを使用した。2 群において視聴時間、視聴番組による差はみられないが、視聴態度、視聴動機において有意な差異が示された。
3	感情分析を適用した機械対話による気分改善の効用実験 齊藤桂¹、橋本芳昭¹、植田俊幸²、石井克典³ ¹ 株式会社 LASSIC 感情医工学研究所 ² 国立病院機構鳥取医療センター ³ 公立鳥取環境大学環境学部 人間の行動と感情状態との関係を明らかにするため、精神科医の問診技術を知識化して機械対話のアルゴリズムに実装し、機械との対話履歴に基づいて感情の遷移状態を分析する手法を開発した。この手法を用いた機械対話を行ったところ気分状態が回復する傾向があると前回の実験で明らかになった。今回は、前回の実験結果がチャットでの雑談による気分回復かまたは感情分析を適用した機械対話による気分回復であるのか明らかにするため、他の雑談チャットアプリケーションとの比較を行った結果を報告する。
4	個人の心理特性に合わせた音声対話式カーナビゲーションシステムの検討 小島岳広¹、神沼充伸²、磯山直也¹、ロペズギヨーム¹ ¹ 青山学院大学 ² 日産自動車株式会社 需要の増加によりユーザの心理特性に合わせた車載情報機器の設計を行う必要がある。本研究では、心理特性毎に操作仕様の異なる音声操作インタフェースを使用した際のストレスの違いを調査した。調査として模擬運転中に仕様の異なる音声対話式カーナビゲーションシステムを操作して目的地設定課題等を行う実験を行った。 結果として情動的共感性や決断性、認知的熟慮性・衝動性において自律神経活動に差が生じることが検証された。

5	交感神経ブロックによる良導絡（経絡）相互関係解明のための検討 吉田隆¹、川原靖弘²、伊藤樹史³ ¹セラピア鍼灸治療院 ²放送大学 ³東京医科大学
	皮膚は交感神経によって支配されており、皮膚通電量を測ることは自律神経機能を間接的に測定することになる。良導絡自律神経調整療法は皮膚通電量を測り、交感神経の興奮状態を調べることにより身体状態を把握し、治療するシステムである。今回、310名の患者に対し、良導絡測定を行い、その結果をクラスター分析で解析し、良導絡（経絡）相互の関係を検討したので報告する。
6	約 20 万件の大量の心拍変動データに基づく自律神経機能と気象との関係 駒澤真人¹²、板生研一¹³、羅志偉² ¹WIN フロンティア株式会社 ²神戸大学大学院システム情報学研究科 ³順天堂大学医学部
	先行研究で開発した、スマートフォンのカメラを用いた心拍変動解析システムを利用して、約 20 万件の大量の心拍変動データから自律神経機能と気温、気圧及び降雨量などの気象条件との関係を調査した。

移動するステレオカメラによる オプティカルフローを用いた移動物体検出

戸田哲郎¹ 増山岳人² 梅田和昇²

¹ 中央大学大学院理工学研究科 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27

² 中央大学理工学部 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27

概要

近年、移動ロボットの自律化や自動車等の自動操縦を実現するために、環境や障害物を認識する研究が盛んになっている。本研究では、ロボットや自動車に載せたカメラから得た画像でオプティカルフローを計算し、移動物体のフローを抽出するというアプローチで移動物体を検出する。そのためには、画像上での背景の見かけの動きを除去する必要がある。そこで、ステレオカメラから得られる三次元情報を基にカメラの運動パラメータを求め、推定される背景のフローとオプティカルフローを比較することで移動物体を検出する手法を提案する。

キーワード： 移動物体検出 ステレオカメラ オプティカルフロー

1. 序論

近年、移動ロボットの自律化や自動車等の自動操縦を実現するために、画像処理を応用し、環境や障害物を認識する研究が盛んになっている。このとき、カメラが静止している場合と違い、移動するロボットや自動車に載せたカメラから得た画像上では、移動物体と背景が共に動いて見えてしまう。そのため、移動物体検出時によく用いられるフレーム間差分法[1]を使うことができない。

そこで本研究では、運動パラメータを推定するためにステレオカメラを用い、背景のオプティカルフローを除去することで移動物体を検出する手法を提案する。

2. 移動物体検出

2.1 前提条件

本手法では、問題を簡単化するために、次の3条件が成り立つと仮定する。

- 画像内に背景となる領域が半分以上存在する
- カメラの並進速度が一定以下である
- カメラの回転速度が微小である

2.2 手法概要

提案手法の流れをFig.1に示す。始めに、異なる時刻に撮影された2枚の画像に対してそれぞれ特徴点を検出する。検出された特徴点に対し2枚の画像間で対応点探索を行い、オプティカルフローを求める。次に、対応が見つかった特徴点の3次元座標を求め、その値を用いてカメラの運動パラメータを推定する。最後に、推定した運動パラメータから現在の画像の特徴点に対してオプティカルフロー（以後推定フローと呼ぶ）を推定する。推定フローを用いて背景のオプティカルフローを除去することで、移動物体が検出される。

2.3 オプティカルフロー計算

オプティカルフローには、ブロックマッチング法や勾配法などの求め方がある[1]。本研究ではAKAZE[2]アルゴリズムによって特徴点を検出し、それらを2画像間でマッチングしたときの特徴点の移動ベクトルをオプティカルフローとする。このとき、フローの大きさがしきい値以上の場合には、誤マッチングとして除去する。

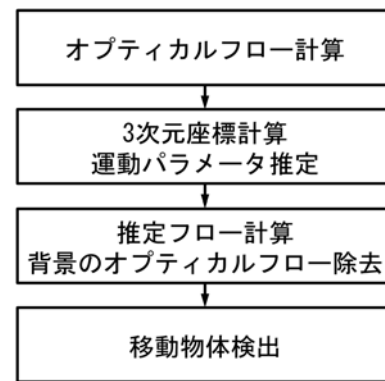


Fig. 1 提案手法の流れ

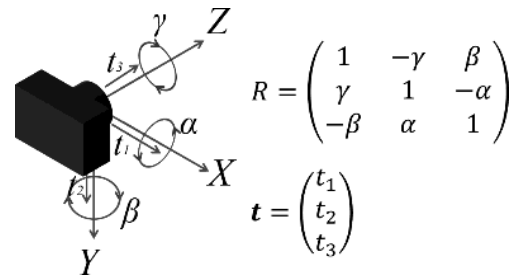


Fig. 2 カメラの運動パラメータ

2.4 運動パラメータ

2画像間でのカメラの移動は、Fig.2の回転行列 R と並進ベクトル $\mathbf{t}$ で表され、これらを運動パラメータと呼ぶ。ここで、回転運動が微小であることを仮定している。また、 α, β, γ はそれぞれ X, Y, Z 軸周りの回転角である。

現画像のある特徴点 p の3次元座標を $\mathbf{P} = [X \ Y \ Z]^T$ とし、特徴点 p とマッチングした前画像の特徴点 p' の3次元座標を $\mathbf{P}' = [X' \ Y' \ Z']^T$ とする。このとき、 $\mathbf{P}$ と $\mathbf{P}'$ の関係は運動パラメータ R と $\mathbf{t}$ を用いて次式で表せる。

$$\mathbf{P} = R\mathbf{P}' + \mathbf{t} \quad (1)$$

運動パラメータは、特徴点の対応を複数見つけ、式(1)を用いることで求められる。このとき、2画像間の特徴点の対応結果に誤マッチングや移動物体によるは

ずれ値が含まれているため、RANSAC を用いてこれらを取り除く。

2.5 推定フロー計算

3次元座標 P は画像平面 (x, y) に投影され、次式が成り立つ。

$$x = \frac{X}{Z}, \quad y = \frac{Y}{Z} \quad (2)$$

ただし、ここではカメラの焦点距離を 1 に正規化している。

式(1), (2)より推定フロー $[u \quad v]^T$ は次式から求めることができる。

$$u = -\gamma y + \beta + \frac{t_1}{Z} - x \left(-\beta x + \alpha y + \frac{t_3}{Z} \right) \quad (3)$$

$$v = -\gamma x + \alpha + \frac{t_2}{Z} - y \left(-\beta x + \alpha y + \frac{t_3}{Z} \right) \quad (4)$$

2.6 背景のオプティカルフロー除去

計算した推定フローを用いて、しきい値処理により背景のオプティカルフローを除去する。しきい値は、オプティカルフローと推定フローの角度の差と大きさの差に対して設定する。これらの差が小さければ背景のオプティカルフローとして除去する。

3. 移動物体検出実験

本手法の有効性を検証するために、Fig.3 に示すシーンの動画像に対して移動物体検出実験を行った。移動物体は歩行者 1 人とし、カメラを歩行者の移動に対して平行移動させたときに歩行者に対するオプティカルフローが抽出されるかを検証した。

背景のオプティカルフローを除去するときのしきい値の設定は、角度の差が $0.1[\text{rad}]$ 以下、フローの大きさの差が $4 [\text{pixel}]$ 以下とした。

Fig.3(a)は移動物体のフロー抽出前、Fig.3(b)は移動物体のフロー抽出後である。

歩行者に対するカメラの移動方向を変えたときのオプティカルフローの抽出数を比較した。結果を Table 1 に示す。

Table 1 より、背景のオプティカルフローが除去され、移動物体のオプティカルフローが抽出されていることがわかる。また、カメラと逆方向に移動する歩行者の場合に移動物体のオプティカルフローの正抽出数が順方向と比べて少ないことがわかる。これは、カメラと逆方向に移動しているためモーションブラーが生じていることが原因となり、特徴点の検出数が減っているためと考えられる。

4. 結論と今後の展望

カメラが移動する場合において、ステレオカメラを持ちいてオプティカルフローにより移動物体を検出する手法を提案し、有効性を実験により示した。今後は、特徴点の誤マッチングに起因するノイズの除去、また移動物体の領域を抽出する手法を考案する。

文献

- [1] 奥富 正敏他, “デジタル画像処理”, CG-ARTS 協会, 2015.
- [2] P. F. Alcantarilla, J. Nuevo, and A. Bartoli, "Fast explicit diffusion for accelerated features in nonlinear scale spaces," Proc. of BMVC13, pp.13.1-13.11, 2013.



(a) 移動物体のフロー抽出前



(b) 移動物体のフロー抽出後

Fig. 3 オプティカルフロー画像

Table 1 抽出数の比較

カメラの 運動	カメラと 移動物体 の関係	平均抽出数		比較 フレーム数
		正	誤	
回転運動	逆方向	32.8	6.3	50
	順方向	36.6	7.3	40
並進運動	逆方向	28.5	7.6	51
	順方向	38.9	7.3	47

在宅高齢者のテレビ視聴形態と認知機能の関係 ～生活機能を介して～

荻原牧子¹ 戸ヶ里泰典¹ 川原靖弘¹

¹ 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

背景と目的：近年、認知症者と軽度認知障害者の増加に伴い、その把握と予防対策が各地で行われている。高齢者の生活に欠かせないテレビ視聴に視点をおき、テレビ視聴形態を用いた認知機能の評価の可能性を明らかにすることを目的として、認知機能検査、生活機能評価およびアンケート調査をおこなった。

方法：調査は2方法で行なった。一つは、認知機能検査「ファイブ・コグ検査」と生活機能評価「基本チェックリスト」および「テレビ視聴に関するアンケート」を実施し、認知機能の程度により2群に分け、認知機能と関連のある生活機能を特定した。二つには、生活機能評価「基本チェックリスト」と「テレビ視聴に関するアンケート」を実施し、特定した生活機能とテレビ視聴形態（時間、視聴動機、視聴番組）との関係をみることで、テレビ視聴と認知機能との関係を考察した。

結果：認知機能検査と生活機能評価との関係においては、従来から関連があると言われている項目よりも、「閉じこもり」との関連の方が強かった。生活機能とテレビ視聴形態の関係において、「閉じこもり」は視聴時間「どのくらい見るか」、視聴動機「なぜ見るか」との間に有意差はみられなかったが、視聴番組の学習教養番組との間において有意差がみられた。

考察：認知機能と関連のある生活機能「閉じこもり」の有無により「学習教養番組」の視聴頻度が異なることから、視聴番組と認知機能との間にも関係があると推察される。このことから、高齢者との普段のテレビ視聴についての会話から認知機能の程度を推察できる可能性がある。

キーワード：在宅高齢者 テレビ視聴形態 生活機能 認知機能 介護予防

特記事項：本研究は放送大学研究倫理委員会の承認を得ている（受付番号 15）

方法

1. 対象者と実施場所および期間

栃木県における地域支援事業に参加した高齢者 130 名(男 34 名、女 96 名)、年齢 72.4 ± 6.25 歳および地域の集会所に集まっている高齢者 277 名(男 80 名、女 197 名)、年齢 75.97 ± 7.13 歳に対して自治体職員等の協力のもとに実施した。

期間は 2014 年 11 月～2015 年 12 月であった。

2. 検査と調査の方法

調査は2つの方法で行なうこととした。一つは、認知機能検査「ファイブ・コグ検査」と生活機能評価「基本チェックリスト」および「テレビ視聴に関するアンケート」を実施し、認知機能の程度により2群に分け、認知機能と関連のある生活機能を特定することである。二つには、生活機能評価「基本チェックリスト」と「テレビ視聴に関するアンケート」を実施し、特定した生活機能とテレビ視聴形態（時間、視聴動機、視聴番組）との関係をみることで、テレビ視聴と認知機能との関係を考察することである。その理由は、視聴覚設備の整った検査場所に来所することや、軽度認知障害の検出に優れた認知機能検査「ファイブ・コグ検査」時間（正味 45 分間）に対応できる者だけでは多様な高齢者の情報を得にくく、心身に負担の少ない検査以外のものならば、検者の方から地域の集会所に向いて多くの高齢者に調査が可能だと考えたからである。認知機能検査は 130 名、生活機能評価とテレビ視聴アンケートは 407 名に行なった。（図 1）



図 1 生活機能を介した認知機能とテレビ視聴形態の関係

3. 検査および調査の内容

認知機能検査としてファイブ・コグ検査を、生活機能評価として基本チェックリストを、テレビ視聴形態については自作のアンケート用紙を用いた。

基本チェックリスト^[9]は厚生労働省の研究班により開発されたもので、高齢者の生活機能の評価し、要介護状態となるリスクを予測することを目的とした 25 項目の自記式質問票である。大項目として IADL、運動機能、栄養状態、口腔機能、閉じこもり、認知機能、うつ状態の 7 項目があり、評価表としての妥当性については 2011 年に再検証され、要介護状態の予測精度の高いことが証明されている。

ファイブ・コグ検査^{[3][6]}は、軽度認知障害の検出に優れ^[4]、個別のみならず集団に対しても実施可能な検査である。5つの加齢関連認知機能領域（注意、記憶、視空間認知、言語、思考）ごとに年齢、性別、教育年数で補正して偏差値が算出され、これをもとに総合ランク得点が出る。

テレビ視聴形態のアンケートは、視聴時間（ほとんど見ない～6 時間以上の 7 段階）と、テレビ視聴動機「なぜ見るのか」については、先行研究^[1]から引用して 14 項目の質問に 5 件法で回答することとし、視聴番組についても、先行研究^{[2][8]}を勘案して 25 番組の視聴頻度を 5 件法で回答するものとした。

4. 分析

1) 認知機能検査と生活機能評価の関係について

認知機能検査結果の総合ランクから「認知機能の低下なし」群と「認知機能低下あり」群の2群に分け、生活機能の IADL、運動、閉じこもり、認知、うつ5項目それぞれの該当合計数との関係を見た。分析の種類は、各変数間の相関の強さを見るために Spearman の順位相関係数を、認知機能2群における差の検定には Mann-Whitney の U の検定を用い、認知機能に及ぼす要因となる生活機能の項目の特定には、従属変数を総合ランクとし、説明変数を年齢、性別、生活機能5項目とした強制投入法によるロジスティック回帰分析を行なった。

2) 生活機能評価とテレビ視聴形態について

1) において特定された生活機能項目とテレビ視聴形態(視聴時間、視聴動機、視聴番組)との関係を見た。分析にあたり、視聴動機と視聴番組はそれぞれに因子分析を行ない、視聴動機は14項目から3項目のカテゴリーに、視聴番組は25項目から5つのカテゴリーにまとめて分析することとした。分析の種類は、1)と同様に行なった。閉じこもりに及ぼす要因となるテレビ視聴形態の項目を特定するために、従属変数を閉じこもり「あり」「なし」の2群、説明変数を年齢、視聴番組(社会情報、学習教養、娯楽、劇・映画)、視聴動機(娯楽)として強制投入法によるロジスティック回帰分析を行った。分析には IBM 社の SPSS Statistics ver.23 を用いた。

結果

1) 認知機能検査と生活機能評価との関係

Spearman の順位相関係数において、総合ランク2群は、運動 (-0.243) および閉じこもり (-0.307) と有意な相関($p<0.01$)がみられ、性別と年齢を制御変数とした偏相関でも、運動 (0.206、 $p<0.05$) および閉じこもり (0.294、 $p<0.01$) と有意な相関だった。

Mann-Whitney の U の検定において、総合ランク2群は、運動($p<0.01$)および閉じこもり($p<0.001$)で有意な差がみられた。

ロジスティック回帰分析において、総合ランク2群は、閉じこもりのみ($p<0.01$)と有意な関係であり、オッズ比は 12.864(95%信頼区間 2.116~78.185)だった。このことから、「閉じこもり」項目は、認知機能と最も関係があると考えられ、認知機能の代替え項目とした。(表1)

表1 総合ランク2群と生活機能の分析

	相関	偏相関	2群の比較	ロジスティック回帰分析オッズ比
IADL	-0.049	-0.210*	0.542	0.708
運動	-0.243**	0.206*	0.006**	1.532
閉じこもり	-0.307**	0.294**	0.000***	12.864**
認知	-0.067	-0.070	0.633	0.985
うつ	-0.050	-0.076	0.586	0.647

2) 生活機能評価とテレビ視聴形態について

認知機能の代替えとした「閉じこもり」とテレビ視聴形態との関係については、Spearman の順位相関係数における「閉じこもり」項目(以下「閉じ

こもり」とする)は、視聴時間との相関が見られず (0.037, $p=0.456$)、視聴動機の娯楽 (-0.126, $p<0.05$) と、視聴番組の社会情報 (-0.133)、娯楽 (-0.148)、劇、映画 (-0.252)、学習教養 (-0.252)といずれも有意 ($p<0.01$) な相関だった。

次に、性別と年齢を制御変数とした偏相関における「閉じこもり」は、視聴動機の娯楽 (-0.148, $p<0.01$) と、視聴番組の娯楽 (-0.145, $p<0.05$)、学習教養 (-0.235, $p<0.01$)と有意な相関だった。

Mann-Whitney の U の検定における「閉じこもり」2群は、視聴動機の娯楽 ($p=0.017$) と、視聴番組の社会情報 ($p=0.009$)、娯楽 ($p=0.004$)、劇、映画 ($p=0.003$)、学習教養 ($p=0.000$)にて有意差がみられた。

ロジスティック回帰分析において、「閉じこもり」に及ぼす要因としては、年齢 ($p=0.000$, オッズ比 1.114 : 95%信頼区間 1.065~1.165) と、学習教養番組 ($p=0.030$, オッズ比 0.923 : 95%信頼区間 0.858~0.992)が有意に選択されていた。

表2 閉じこもり2群とテレビ視聴形態の分析

	相関	偏相関	2群の比較	ロジスティック回帰分析オッズ比
性別	0.078	-	0.115	-
年齢	0.347***	-	0.000***	1.114***
視聴時間	0.031	0.050	0.456	-
社会情報番組	-0.140**	-0.100	0.009**	0.983
学習教養番組	-0.252**	-0.235***	0.000***	0.923*
娯楽番組	-0.150**	-0.145**	0.004**	0.967
劇・映画番組	-0.154**	-0.086	0.003**	0.991
実用番組	-0.078	-0.069	0.162	-
娯楽動機	-0.136**	-0.148**	0.017*	0.975
厭世動機	0.087	0.078	0.067	-
情報動機	-0.034	-0.043	0.669	-

考察

認知機能検査には様々なものがあるが、正確で詳細な結果を出すものほど高齢者の心身の負担は大きい。そこで、全国の保健福祉分野で広く使用されている簡便な生活機能評価「基本チェックリスト」と認知機能検査との関連を分析し、関連のある生活機能項目を認知機能の程度の指標とした。これにより、地域に住む幅広い層に調査を実施することができた。

今回の認知機能検査と生活機能評価との関連においては、「閉じこもり」項目のチェックの有無により認知機能の程度に有意な差が出ることから、「閉じこもり」項目の重要性が明らかとなった。厚生労働省の基準によると、認知機能は、「基本チェックリスト」の中の「認知」3項目の該当の有無でみることになっているが、今回は関連がみられなかった。この項目については、認知機能がかなり低下しないと該当しない項目があり適さない、と述べている先行文献^[5]があり、これを支持する結果である。

生活機能の「閉じこもり」とテレビ視聴との関係においては、視聴時間との関連はないということが明らかになり、視聴番組(学習、教養番組)の頻度には明らかな違いがみられた。ロジスティック回帰分析においては、年齢との関連もみられた。認知症の危険因子には加齢があり、正の相関があることは一

般に知られていることである。したがって、年齢と視聴番組(学習、教養番組)が変数として特定されたことからしても、分析の信憑性はあると考えられる。したがって今回の結果から言えることは、生活機能を通して見た場合に、認知機能とテレビ視聴との間には関連があると推察される。(図2)

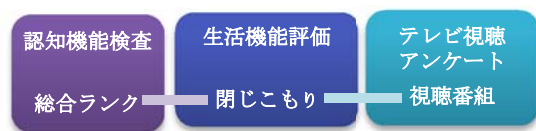


図2 生活機能を介した認知機能とテレビ視聴形態との関係

以上のことから、普段のテレビ視聴に関する会話により、高齢者に心身の負担をかけることなく認知機能の程度を推し量るプログラムの示唆が得られた。

文 献

- [1] 時野谷浩,老人視聴者の動機-充足に関する研究, 社会老年学 vol23,pp52-64,1986
- [2] 小田利勝: 高齢者のテレビ視聴時間と番組選好、神戸大学発達科学部研究紀要 Vol.8,283-301,2001
- [3] 中野正剛,杉村美佳 他, 大分県安心院地区における地域研究～地域における軽度認知障害を評価するスケールと認知症予防介入について～,老年精神医学雑誌,Vol.17,pp47-54,2006
- [4] 厚生労働省: http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/hukuishi_kaigo/kaigo_koureisha/yobou/index.html、介護予防マニュアル改訂版 参考資料 7-2
- [5] 矢富直美: 認知症予防事業の対象、老年精神医学雑誌、vol.20,306-312,2009
- [6] 矢富直美: 集団認知検査ファイブ・コグ、老年精神医学雑誌、vol.21,215-220,2010
- [7] 山崎幸子,安村誠司 他,閉じこもり関連要因の検討～介護予防継続的評価分析支援事業より～,老年社会科学,Vol.32,pp23-32,2010
- [8] 齋藤健作: 高齢者とテレビ、放送研究と調査、Vol.9,2-17,2010
- [9] 介護予防マニュアル改訂委員会: 介護予防マニュアル改訂版,15-18,2012

感情分析を適用した機械対話による 気分改善の効用実験

齊藤柱¹ 橋本芳昭¹ 植田俊幸² 石井克典³

1 株式会社 LASSIC 感情医工学研究所 〒689-1112 鳥取県鳥取市若葉台南 7-5-1 鳥取県産業振興機構内

2 国立病院機構 鳥取医療センター 〒689-0203 鳥取県鳥取市三津 876

3 公立鳥取環境大学 〒689-1111 鳥取市若葉台北一丁目 1 番 1 号

概要

精神科医の間診技術を知識化して機械対話のアルゴリズムに実装し、機械との対話履歴に基づいて感情の遷移状態を分析する手法を開発した。また、この手法を用いた機械対話を実施したところ気分状態が回復する傾向があると前回の実験で明らかになった。

今回は、感情分析を適用した機械対話による気分改善の効用を明らかにするため、他の雑談チャットアプリケーションとの比較実験を行った。実験の結果、感情分析を適用した機械対話を気分状態が悪い時に実施した場合、気分状態が改善される傾向があることがわかった。

キーワード： 機械対話 感情分析 気分改善

はじめに

近年、気分状態に不安を抱える患者が増加しており、こころを良好な状態に導くメンタルヘルスケアが注目されている。そこで、精神科医の間診技術を知識化して機械対話のアルゴリズムに実装し、機械との対話履歴に基づいて感情の遷移状態を推定するシステムを開発した。

前回の実験[1]で上記アルゴリズムを用いて実装した対話アプリを使用した場合に気分状態が改善する傾向にあった。

そこで本稿では、前回の実験結果が感情分析を適用した機械対話による気分改善の効用であるかどうかを明らかにするための実験を行った結果を報告する。



図 1 Everest 対話例

機械対話による感情推定システム Everest

機械対話による感情推定システム[2]Everest¹はユーザの生体データや対話内容を多角的に採取して感情値を算出し、履歴を軟判定して感情遷移の推定を行う。

Everest を用いたチャットアプリで対話した例を図 1 に示す。Everest は精神科医が診断に用いる問診技術を知識化して対話アルゴリズムに組み込んでおり、ユーザの感情推定結果に応じて自己認知に適した応答メッセージを提示する。気分の落ち込みや不安などの感情に関する問題を早期発見する効用が期待される。

相手*1：こんにちは。ちょうど退屈してたんだ。
あなた*2：私も退屈していました
相手：健康には注意されてますか？
あなた：注意しています！
相手：注意は良いですね
あなた：はい、いつまでも健康でいたいですからね
相手：いつまでになつてたいです？
あなた：次の健康診断までには健康になりたいです
*1 相手：Docomo 雑談対話 API からの応答
*2 あなた：ユーザの入力

図 2 NTT Docomo 雑談対話での対話例

感情分析を適用した機械対話の効用

前回の実験[1]で、作業前に Everest を用いたチャットを行った場合に、作業中や作業後の不快な表情の割合が減る傾向にあった。

しかし、これが Everest の特徴である感情分析を適用した機械対話による効用であるのか、または雑談的な対話を行うだけでも気分改善の効果があるのか明らかではなかった。

雑談対話を提供する代表的なものとして、NTT docomo の雑談対話 API[3]がある。実際に雑談対話 API を用いて対話した例を図 2 に示す。

今回は Everest で対話した場合と、雑談対話 API を使って対話した場合でそれぞれ感情データを分析し、感情分析を適用した機械対話の効用を明らかにする実験を行うこととした。

検証実験

実験目的：Everest での機械対話と、その他の雑談アプリによる対話時の感情状態を比較し、感情分析を適用した機械対話による効用を明らかにすることを目的とする。

実験方法：被験者 5 名（A～E）に対し以下の実験手順を Everest、雑談対話アプリで各 1 回ずつ試行した。

- (1)実験中は被験者の感情を常にトラッキングする
- (2)Everest または雑談対話でチャットを実施
- (3)アンケートの記入

チャット実施前後にはそれぞれ 2 分間表情をトラッキングした。

また、Everest によるチャットの実験を先に行い、雑談アプリでのチャットは Everest での対話で往復した回数と同じ回数で実施した。Everest での実験と雑談

¹ 開発コード名

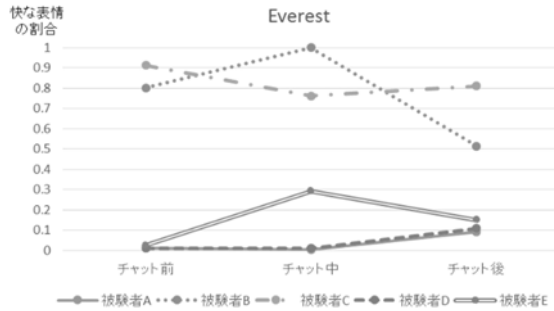


図3 実験中の不快な表情の割合 (Everest)

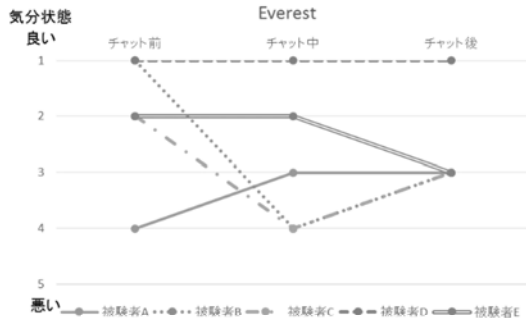


図5 Everest アンケート結果

対話アプリの実験は3日以上間隔をあけて実施した。アンケートでは、チャット前・チャット中・チャット後の感情状態が良い場合を1、悪い場合を5として5段階で評価した。感情のトラッキングは前回の実験同様にインテル社製のビデオデバイス RealSense™[4]を用いた。

実験結果

RealSense が出力する表情データのうち、ラッセルの Core Affect モデル[5]において快 (PLEASANT) な表情である JOY に着目し、作業中に含まれた快な表情の割合を分析した。図3、図4には Everest、雑談対話ともにチャット前、チャット中、チャット後の快な表情の割合を示している。縦軸に快な表情の割合をとっており、1に近づくほど快、0に近づくほど不快になる。

まず Everest で対話した場合、チャット前に不快な状態であった場合にチャットを実施したケースに着目すると、チャット前よりもチャット後の快な表情の割合が増えている。しかし、不快な状態でチャットを実施したケースを見ると、チャット前よりもチャット後の方が快な表情の割合が下がっている。

雑談対話をした場合だが、チャット前に不快な状態であった場合にチャットを実施したケースではチャット前よりもチャット後の方が快な表情の割合が減っているのがわかる。また、快な状態で雑談対話を実施したケースについても、チャット前よりもチャット後の方が快な表情が減っていることがわかった。

図5、図6のアンケート結果も同様に、Everest でのチャット前に気分状態が悪かった場合はチャット中・チャット後の気分状態が改善している。しかし気分状態が良い時に Everest を使うとかえって気分状態を悪化させてしまうというアンケート結果であった。

考察と今後の課題

今回の実験結果より、Everest は気分状態が悪い時に用いると気分改善に効果的であるが、気分状態が良い

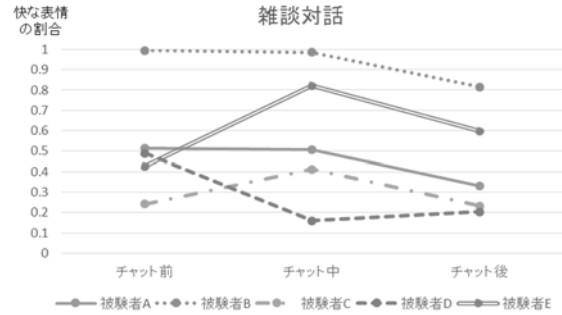


図4 実験中の不快な表情の割合 (雑談対話)

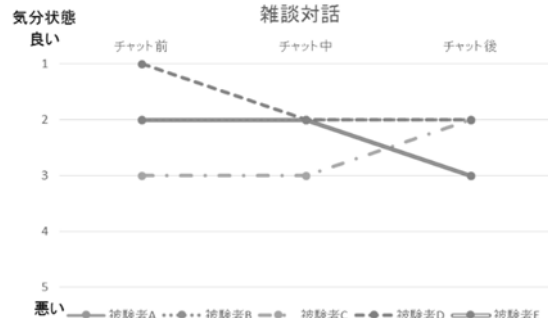


図6 雑談対話アンケート結果

時に使用するとかえって気分状態を悪化させる傾向があると考えられる。したがって、より効果的に Everest での気分改善を活用するには、ユーザの感情状態が不快な場合にのみ感情分析を適応した対話を実施されるような形に改良すればよいと考えられる。

また、アンケート結果から Everest での対話はどのように返事をするか考えさせられるが、雑談対話は気軽に対話ができよかったという意見が多くみられた。これは気分状態が良い時に雑談対話を行ったユーザに多くみられた意見であった。したがって、常にユーザの顔をトラッキングしておき、感情状態によって自己認知に適した応答メッセージを返すのか、または雑談的な応答をするのかを自動で判断する仕組みにすれば双方のケースで気分状態を改善し、ユーザの主観評価も高めることができるのではないかと考えられる。

また、アンケートでは Everest の応答が早く対話している感覚が薄いという意見もあった。これについては実際の対人チャットのように考えながら応答を書いている様子をユーザ画面に表示すれば改善できると考えられる。

文 献

- [1] 齊藤桂, 橋本芳昭, 植田俊幸, 石井克典, "インテル RealSense™を応用したマルチモーダル感情分析システムの開発", 第22回人間情報学会ポスター発表集, p.3, 2015-12
- [2] 西尾知宏, 石井克典, 植田俊幸, "機械対話による感情推定システム及びそのプログラム", 特開2015-014834, 2015-01-22
- [3] "docomo 雑談対話 API", https://www.nttdocomo.co.jp/service/developer/smart_phone/analysis/chat/
- [4] "インテル® RealSense™ テクノロジー", <http://www.intel.co.jp/content/www/jp/ja/architecture-and-technology/realsense-overview.html>
- [5] Russell, J. A., "Core affect and the psychological construction of emotion.", Psychological Review, 110, 145-172.

個人の心理特性に合わせた 音声対話式カーナビゲーションシステムの検討

小島岳広¹ 神沼充伸² 磯山直也¹ ロペズギョーム¹

¹ 青山学院大学 〒252-5258 神奈川県相模原市中央区淵野辺 5-10-1

² 日産自動車株式会社 〒243-0192 神奈川県厚木市岡津古久 560-2

概要

需要の増加によりユーザの心理特性に合わせた車載情報機器の設計を行う必要がある。本研究では、心理特性毎に操作仕様の異なる音声操作インタフェースを使用した際のストレスの違いを調査した。調査として模擬運転中に仕様の異なる音声対話式カーナビゲーションシステムを操作して目的地設定課題等を行う実験を行った。結果として情動的共感性や決断性、認知的熟慮性と、衝動性において自律神経系の活動に差が生じることが検証された。

キーワード： 音声操作インタフェース、カーナビ、自律神経系

1 はじめに

近年、カーナビゲーションシステム（以下、カーナビ）の車載率が増えてきている。カーナビの操作方法としてタッチパネル、スイッチおよび音声操作が挙げられるが、中でも音声操作方式はハンズフリーやアイズフリーが実現できる観点から注目を集めている。また、Apple社のSiri等のクラウドを用いた音声認識技術の登場により高精度な自然言語理解（NLU：Natural Language Understanding）を搭載した音声インタフェース（以降音声 I/F）が利用できるようになってきた。音声 I/F を車載化するに当たって、音声による機器の操作は個人の心理特性などによって利用時の快適さに差が表れると考えられる。本研究ではユーザの心理特性に着目し、3種類の音声 I/F をそれぞれ利用した際に心理特性毎に表れるストレスの違いを調査し、快適に利用できる音声 I/F について検討した。

2 関連研究

先行研究として松田ら^[1]は情動的共感性・Type A・後悔・追求者の心理特性とシステムに対する発話様式の間にある関係性を分析するため、疑似運転中に、音声入力式ナビを用いた目的地設定を行う実験を実施している。松田らによれば、情動的共感性が低い群は高い群に対して助・動詞の使用頻度が有意に高いこと、また、Type A および後悔・追求者では発話様式に有意差がみられなかったことが指摘されている。本研究では、更に、発話様式の違いに着目し、音声インタフェースの入力形態と心理的特性の間にある関係性を、ストレス指標を用いて分析する。

本研究では、始めに情動的共感性^[2](EES: Emotional Empathy Scale)・Type A^[3]・決断性・認知的熟慮性・衝動性の計4種の心理特性について調査を行う。EESはその人の感情的暖かさを求めるものである。スコアが低いと冷淡であり、高いと感情的に暖かい傾向があることが判る。Type A はスコアが高ければ攻撃的で、競争心が強い傾向にあることが判る。決断性、認知的熟慮性・衝動性は決断力、衝動的に物事を決めようとするかといった傾向が判る。これらを調査する手法としてそれぞれの先行研究で提案された質問紙を用いた。

3 音声 I/F 評価実験

3.1 実験で利用する音声 I/F の検討

従来のナビは入力順序が定められており、特定のコマンドに対してしか対応出来ない。そこで現在の技術で実装が可能と考えられる音声認識技術として、言葉の言い換えや曖昧な表現の入力が可能である NLU 機能に加え、不足情報の聞き返しを行う対話管理型機能 (SDM: Spoken Dialog Management) が挙げられる。本研究では従来方式である Command Input 式の A, NLU 搭載型の B, NLU と SDM を組み合わせた NLU/SDM 搭載型の C の3種類のナビを用いて実験を行う。

3.2 実験環境と方法

本実験はドライビングシミュレータ上で運転を模擬して行った。ドライバは日産自動車(株)に勤務する20～60歳の社員43名とした。実験システムの構成を図1に示す。マルチトラックレコーダでは心電・呼吸・LED・ステアリングスイッチ・マイクおよびWizard of OZ(以降WOZ)操作PCから呈示されるガイド音声を受録した。WOZとは音声対話におけるシステム側のガイド音声を操作者があたかもシステムが動作しているかのように見せる方法である。ドライバは、以下の3つの課題を同時に実施する。

- ① 運転課題
- ② 視覚刺激への反応課題
- ③ 店舗検索および電話帳検索課題

運転課題はみなとみらい地区を模したコースを車線変更なしで、時速40～50kmで走行し、視覚刺激への反応課題としてLEDが点滅したら速やかにステアリングスイッチを押すことを求めた。ドライバは、店舗検索および電話帳検索課題は呈示された条件を満たすようカーナビを音声対話のみで操作する作業を行い、オペレータはドライバ毎に認識率を変更し音声 I/F 毎に設定されたルールに従って WOZ ツールを操作した。それぞれの音声 I/F において、A は入力順序が決まっており、決められたコマンド以外を受けられない。B は入力順序が決まっているが、コマンド/施設名の言換え語や部分名称でも入力できる。C は対話的かつ複数条件で入力できる。ドライバは、ABCのナビ毎に、店舗検索2課題、電話帳検索1課題を実施した。以上の実験手順は日産自動車(株)の倫理委員会の承認を得て実

施された。

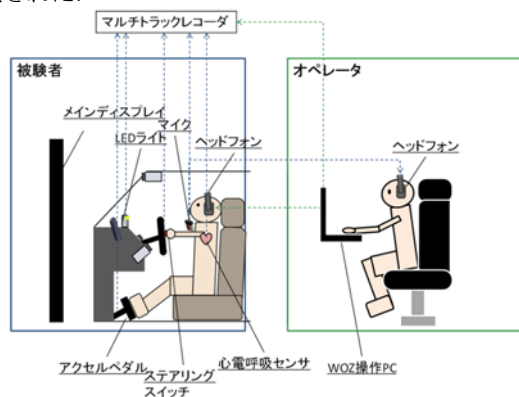


図1 実験システム構成

4 実験結果

4.1 分析方法

分析は、WOZにおけるオペレーションエラーのあった課題を除いて行い、25名の施設検索課題を分析対象とした。ストレス指標として、心拍変動におけるLF/HF、HF、CVR-Rを用いた。心電からR波を検出し、心拍間隔を算出した時系列データを心拍変動とした。心拍変動をドライバの発話開始から60秒間で区切り、LF/HF、HF、CVR-Rを算出し、値を最小値0、最大値1に正規化した。また、各心理特性におけるスコアの中央値を分析対象となったドライバの中で算出し、その値よりも高い群と低い群にドライバを分類した。

4.2 結果と考察

ナビにおける心理特性のスコアが高い群と低い群におけるストレス指標に差があるとの仮説について検定を行った。始めにナビの種類によるストレス指標の値に差があるのかを調べるため、フリードマン検定を行い、有意差が見られた指標においてウィルコクソンの符号付順位と検定を行い、ボンフェローニ法による棄却域の修正を行った。表1に各心理特性のスコアが低かった群におけるCVR-Rの平均値をナビ毎に示す。表1によれば、全体として、心理傾向に依存せずNLU/SDM方式のナビを好む傾向が見られた。

次に、同一ナビ内における各心理特性のスコアが高い群と低い群でストレス指標に差があるとの仮説を調べるため、マンホイットニーのU検定で有意差を求めた。図2にはナビAにおけるEESのLF/HF、ナビBにおける決断性のHFと認知的熟慮性・衝動性のHFを示す。エラーバーは標準偏差を示している。図2によれば、EESの高い人は低い人よりもナビAにおけるLF/HFが高いことが分かった($p < .05$)。また、決断性の低い人は高い人よりもナビBにおいてHFが高いことや($p < .1$)、熟慮的な人は衝動的な人よりもナビBにおいてHFが低いことも分かった($p < .05$)。よって、同ナビ内における心理特性の違いによるストレスには以下のようなことが考えられる。

- ① EESの高い人にとってコマンド入力式はストレスになる。
- ② 決断性の低い人は行き先の選択肢を徐々に削っていくとリラックス出来る。
- ③ 熟慮的な人は絞り込みを簡単にできないことがストレスになる。

これらの特徴に合わせたナビを提供することで、ユーザの快適さを高めることができると考えられる。

表1 低スコア群の CVRR 平均値

	A	B	C
EES	0.84	0.83	0.88
Type A	0.79	0.75	0.92
決断性	0.84	0.79	0.94
CRI	0.77	0.81	0.93

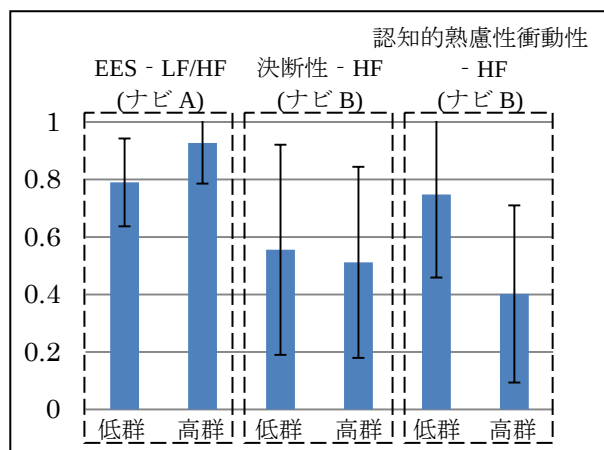


図2 同一ナビ内における心理特性毎のストレス値

5 結び

個人の特性における音声 I/F デザインの嗜好をストレス指標から調査し、心理傾向毎に音声 I/F を快適に利用するために必要と思われる音声 I/F のデザインを考察した。今回の結果から、心理傾向によってストレスを感じるデザイン形態があり、システム設計の際に考慮する必要があることが示唆された。今後は、実際に心理傾向の違いによってナビ操作の際の発話傾向が変わるのかを調査する必要があると考えられる。例えば、発話内容から心理傾向毎の発話傾向を調べ、本研究の仮定の立証を行うことが挙げられる。心理傾向以外にも個人の特性は存在しており、年齢や生活の環境によっても音声 I/F の好みは変わってくると考えられる。今回の実験で得られたデータで利用していないデータもあるため、追って分析を行う。

文 献

- [1] 松田佳子, 和氣早苗, 神沼充伸, “ユーザの心理的特性に合わせた音声対話シナリオの設計に向けて”, 人間工学会第23回システム大会, 2015.
- [2] Norman M. Fraser and G. Nigel Gilbert, “Simulating speech systems”, Computer Speech & Language vol.5, pp. 81-99, 1991.
- [3] 加藤隆勝, 高木秀明, “青年期における情動的共感性の特質”, 筑波大学心理学研究(2), pp. 33-42, 1980.
- [4] 桃生寛和, “Type A とは何か?—虚血性心疾患と行動パターンとの関連”, Pharmaceutical Society of Japan(24), pp 1225-1229, 1988.

良導絡理論からみた各経絡間の相関関係

吉田隆^{1・2}川原靖弘²伊藤樹史³

1 セラピア鍼灸治療院 〒181-0012 東京都三鷹市上連雀 7-8-34

2 放送大学大学院 〒261-8586 千葉県美浜区若葉 2-11

3 東京医科大学 〒160-0022 東京都新宿区新宿 6 丁目 1-1

概要

著者らは交感神経ブロックとして臨床で行っている星状神経節ブロックと硬膜外ブロック前後で、どの代表測定点（各経絡間において定められた測定点）が特異的に反応するのか検討している。

多数の被験者を対象に、手足の通電量を指標に経絡の相関を調べた研究は多くない。今回、交感神経ブロック前の手足の経絡関係を 231 人の良導絡測定から得られたデータを用いて検討したところ、手-足間で相関があることから、全身性に交感神経が影響を与えていることが示唆された。

キーワード：皮膚電気測定 良導絡 交感神経 神経経路

1、はじめに

皮膚は交感神経によって支配されている。皮膚の電気抵抗を測ることは自律神経機能を直接的、間接的に測定することになる。良導絡測定は、研究者の主観を排し、測定機器（ノイロメーター）を用いて手足 24ヶ所の代表測定点の皮膚通電量を測定する。従来から本法は間接的に交感神経機能の評価、症候、不定愁訴の原因、心身の状態などを把握し、治療の助けとするものであるが、その客観的検証はいまだ十分ではない。

著者らは交感神経ブロックとして臨床で行っている星状神経節ブロックと硬膜外ブロック前後で、どの代表測定点（各経絡間において定められた測定点）が特異的に反応するのか検討している。

12 良導絡（経絡）それぞれがどのように関係しあっているかを明らかにすることで効率的な診断・治療が可能になる。今回、231 名の被験者に対し、交感神経ブロック前の良導絡測定結果の相関関係から良導絡（経絡）間の関係を検討した。

2、方法

平成 25 年 2 月 21 日から平成 26 年 5 月 13 日まで、男性 142 人（平均年齢 58.4 歳）、女性 89 人（平均年齢 58.6 歳）の良導絡（皮膚通電量）を測定した。測定にあたり、測定の主旨、内容を説明し、任意協力の承諾を得た。久我電子機器製作所製ノイロメーター・ロイヤル 8（図 1）を用い、測定毎に 12V、200 μ A に調整し、測定前 20 分間安静仰臥位を取らせた後、代表測定点 24 ヶ所（図 2）を測定した。



図 1 皮膚通電量測定器（ノイロメーター）



図 2 代表測定点（左右合計 24 ヶ所）

3、結果および考察

手-手間の相関係数を表 1、足-足間の相関係数を表 2、手-足間の相関係数を表 3 に示す。

表 1 において、手の同じ経絡では $r=0.8$ 以上の高い相関が見られた。また、同経だけでなく、異経間でも相関が見られ、特に、右三焦経と右胃経は $r=0.9$ 以上、右肺経と右心包経、左右心包経と左右心経、左小腸経と左三焦経と大腸経、右小腸経と左右三焦経、右大腸経、左三焦経と左右大腸経、右三焦経と左大腸経は $r=0.8$ 以上、左右肺経と左右小腸経、三焦経、大腸経間においては、 $r=0.7$ 以上の高い相関があった。表中の網掛けは $r=0.7$ 以上の相関を示している。

表 2 において、足の同じ経絡では $r=0.8$ 以上の高い相関が見られた。また、同経だけでなく、異経間でも相関が見られ、特に、右肝経と右胃経は $r=0.8$ 以上、左右脾経と左右膀胱経、左肝経と左胆経、左右胃経、右肝経と左胃経、左腎経と左右膀胱経間においては、 $r=0.7$ 以上の高い相関があった。表中の網掛けは $r=0.6$ 以上の相関を示している。

表 3 において、左小腸経と左右肝経、右胃経、左三焦経と右肝経、右胃経で、 $r=0.6$ 以上の高い相関が見られた。表中の網掛けは $r=0.4$ 以上の相関を示している。

表 1 手 - 手間の相関係数

表1-1 手陰経の相関

	左肺経	右肺経	左心包経	右心包経	左心経	右心経
左肺経	1	0.849	0.797	0.728	0.714	0.688
右肺経	0.849	1	0.777	0.839	0.77	0.792
左心包経	0.797	0.777	1	0.875	0.876	0.822
右心包経	0.728	0.839	0.875	1	0.845	0.895
左心経	0.714	0.77	0.876	0.845	1	0.836
右心経	0.688	0.792	0.822	0.895	0.836	1

表1-2 手陽経の相関

	左肺経	右肺経	左心包経	右心包経	左心経	右心経
左小腸経	0.735	0.706	0.672	0.618	0.648	0.608
右小腸経	0.715	0.746	0.618	0.626	0.642	0.629
左三焦経	0.775	0.758	0.676	0.643	0.651	0.62
右三焦経	0.704	0.721	0.592	0.59	0.605	0.621
左大腸経	0.715	0.74	0.62	0.591	0.61	0.586
右大腸経	0.735	0.772	0.63	0.627	0.632	0.628

表1-3 手陽経の相関

	左小腸経	右小腸経	左三焦経	右三焦経	左大腸経	右大腸経
左小腸経	1	0.813	0.898	0.795	0.826	0.799
右小腸経	0.813	1	0.804	0.893	0.771	0.856
左三焦経	0.898	0.804	1	0.871	0.897	0.866
右三焦経	0.795	0.893	0.871	1	0.854	0.933
左大腸経	0.826	0.771	0.897	0.854	1	0.89
右大腸経	0.789	0.856	0.866	0.933	0.89	1

表 2 足 - 足間の相関係数

表2-1 足陰経の相関

	左脾経	右脾経	左肝経	右肝経	左腎経	右腎経
左脾経	1	0.845	0.496	0.48	0.743	0.672
右脾経	0.845	1	0.475	0.5	0.739	0.669
左肝経	0.496	0.475	1	0.834	0.446	0.408
右肝経	0.48	0.5	0.834	1	0.452	0.534
左腎経	0.743	0.739	0.446	0.452	1	0.802
右腎経	0.672	0.669	0.408	0.534	0.802	1

表2-2 足陽経の相関

	左膀胱経	右膀胱経	左胆経	右胆経	左胃経	右胃経
左膀胱経	1	0.732	0.36	0.4	0.753	0.677
右膀胱経	0.732	1	0.382	0.419	0.722	0.677
左胆経	0.428	0.45	0.716	0.696	0.491	0.453
右胆経	0.401	0.382	0.632	0.657	0.376	0.379
左胃経	0.458	0.478	0.77	0.76	0.454	0.489
右胃経	0.411	0.433	0.769	0.851	0.418	0.514

表2-3 足陽経の相関

	左膀胱経	右膀胱経	左胆経	右胆経	左胃経	右胃経
左膀胱経	1	0.761	0.384	0.308	0.36	0.339
右膀胱経	0.761	1	0.447	0.401	0.442	0.413
左胆経	0.384	0.447	1	0.722	0.751	0.725
右胆経	0.308	0.401	0.722	1	0.676	0.693
左胃経	0.36	0.442	0.751	0.676	1	0.838
右胃経	0.339	0.413	0.725	0.693	0.838	1

表 3 手-足間の相関係数

表3-1 手陰経と足陰経の相関

	左肺経	右肺経	左心包経	右心包経	左心経	右心経
左肺経	1	0.219	0.275	0.498	0.549	0.247
右肺経	0.219	1	0.322	0.468	0.556	0.364
左心包経	0.275	0.322	1	0.483	0.538	0.435
右心包経	0.498	0.468	0.483	1	0.504	0.467
左心経	0.549	0.556	0.538	0.504	1	0.519
右心経	0.247	0.364	0.435	0.467	0.519	1
左小腸経	0.298	0.342	0.628	0.645	0.242	0.299
右小腸経	0.221	0.263	0.512	0.568	0.257	0.34
左三焦経	0.321	0.35	0.589	0.615	0.266	0.374
右三焦経	0.252	0.279	0.536	0.566	0.253	0.349
左大腸経	0.299	0.308	0.553	0.571	0.247	0.342
右大腸経	0.263	0.271	0.53	0.559	0.24	0.344

表3-2 手陰経と足陽経の相関

	左肺経	右肺経	左心包経	右心包経	左心経	右心経
左肺経	1	0.148	0.223	0.417	0.413	0.458
右肺経	0.148	1	0.208	0.3	0.434	0.428
左心包経	0.223	0.208	1	0.39	0.399	0.385
右心包経	0.417	0.428	0.39	1	0.373	0.37
左心経	0.413	0.428	0.399	0.373	1	0.427
右心経	0.458	0.428	0.385	0.37	0.427	1
左小腸経	0.298	0.342	0.628	0.645	0.242	0.299
右小腸経	0.221	0.263	0.512	0.568	0.257	0.34
左三焦経	0.321	0.35	0.589	0.615	0.266	0.374
右三焦経	0.252	0.279	0.536	0.566	0.253	0.349
左大腸経	0.299	0.308	0.553	0.571	0.247	0.342
右大腸経	0.263	0.271	0.53	0.559	0.24	0.344

以上の結果より、手、足ともに同じ経絡では $r=0.8$ 以上の高い相関が見られ、手、足ともに同経だけでなく、異経間でも相関のある組合せがあることが確認できた。これにより、手に加えた刺激が足に、足に加えた刺激が手に影響することが示唆された。

手-足間の相関係数を見ると足の左右肝経、胆経、胃経と手の左右肺経、心包経、心経、小腸経、三焦経、大腸経で相関が見られた。肝経と胃経の測定点は足背指神経、胆経の測定点には腓腹神経、肺経、心包経の測定点には正中神経、心経には尺骨神経手掌皮枝、小腸経、三焦経の測定点は尺骨神経手背枝、大腸経の測定点は橈骨神経浅枝が分布している。上肢、胸部は星状神経節と上胸神経節 T1 から T8、骨盤領域と下肢は T10 から L2 の支配を受けている。交感神経節前線維は同じレベルの節後線維にシナプス結合し、その無髄軸索は灰白交通枝を通して脊髄神経に入り、節後線維として四肢、体壁、平滑筋、腺に向かう。交感神経の髄節性支配は複雑だが、今回の調査で、同側および対側の手、足だけでなく、遠く離れた手-足間でも相関がみられたことから、全身性に交感神経が影響を与えていることが示唆された。

文献

- 【1】近藤好伸 他、“良導絡に見られる経絡間相互関連性について”、日良自律誌 Vol.28、pp.139～146、No.6-7、1983

大量の心拍変動データに基づく 自律神経機能と気象との関係

駒澤真人^{1,2} 板生研一^{2,3} 羅志偉¹

1 神戸大学大学院システム情報学研究科 〒657-0013 兵庫県神戸市灘区六甲台町 1-1

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

本研究では、著者らが先行研究で開発した、スマートフォンのカメラを用いた心拍変動解析システムを利用して、約 20 万件の大量の心拍変動データから自律神経機能と気象との関係を調査した。

自律神経機能と気温との関係では、気温が高いほど自律神経の交感神経機能が有意に低下する傾向がみられた。また、自律神経機能と気圧との関係では、気圧が高いほど、自律神経の交感神経機能が有意に上昇する傾向がみられた。これらの結果は、先行研究及び人間の生理現象とも一致する傾向がみられ、約 20 万件にも及ぶ自律神経の測定データから統計的に裏付けることができた。

キーワード：心拍変動解析、自律神経機能、大量データ、気象

背景と目的

現代はストレス社会と言われて久しいが、過度のストレスを長期間にわたって受け続けると、自律神経系や副腎皮質ホルモンなどの内分泌系にも変調を来すことが明らかになっている[1]。この自律神経系は、緊張・興奮を司る交感神経活動と、リラックスを司る副交感神経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。そのため、自律神経の状態を日常的に日々把握することは自己管理をする上でも非常に重要であるといえる。

そこで先行研究で著者らは、一般に市販されているスマートフォンを用い、端末のカメラに指先を約 30 秒強という短時間当てることで、血流の輝度変化から脈波波形のピーク間隔を検出し、心拍変動解析を実施することで、自律神経の傾向を日常的に簡便に測定できるシステムを開発した[2]。

当システムは、Apple Inc.の iPhone アプリ[3]及び、Google Inc.の Android アプリ[4]として無料でリリースしており、実用的に多くの方に利用されている。

本研究では、蓄積された約 20 万件の大量の心拍変動データに基づき、自律神経機能と気象との関係について調査した。

先行研究では、気象の一要素である気温と生体の関連についての研究は比較的多い[5],[6]が、気圧の変動が生体に及ぼす影響に関する研究は少ない。また、どれも対象の被験者が少なく、数十万件のビックデータを用いて、自律神経機能と気象との関係について調査した論文は今までにないのが現状である。

そこで本研究では、53,800 名（男性：17,474 名、女性：36,326）の全 241,185 の心拍変動データに基づき、自律神経と日内変動との関係について分析した。

方法

本研究では、スマートフォンのカメラを用いた心拍変動解析システム[2]を利用した。使用したシステムでは、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波形を推定し、その脈波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。

また、周波数解析手法は論文[7]の手順に則り、0.04Hz～0.15Hz を低周波数成分(LF)、0.15Hz～0.4Hz を高周波成分(HF)として算出している。LF/HF の値は交感神経機能の指標として用いられ、緊張、興奮、ストレスを表す指標として用いられている[7]。

本論文では、53,800 名（男性：17,474 名、女性：36,326）による自律神経データに基づき分析をおこなった。

測定データの利用に関しては、WIN フロンティア株式会社の倫理規定に基づき測定者の同意を得ている。

表 1 に、測定者の年代と性別を示す。本研究の統計処理は、IBM SPSS Statics Version22 を使用した。また、検定の有意水準は 5%とした。

表 1 測定者の年代と性別

年代	男性	女性	合計
10代	1,890	6,333	8,223
20代	2,530	8,746	11,276
30代	2,326	4,862	7,188
40代	4,584	8,723	13,307
50代	4,633	6,524	11,157
60代以上	1,511	1,138	2,649
合計	17,474	36,326	53,800

自律神経機能と気温との関係

本項では、自律神経機能と気温との関係を調査した。平均気温データは気象庁の HP よりダウンロード[8]し、測定日及び都道府県情報をキーに気象情報の測定値（政令指定都市）の情報と付きあわせている。

ここでは、夏日[9]と呼ばれる 25 度を境に、25 度未満と 25 度以上で測定データを分離した。気温毎の測定データ数を表 2 に示す。

また、交感神経機能の指標である LF/HF を対数化すると、正規性が高まると言われているため[10]、各測定データの LF/HF を対数変換（LnLF/HF）し、2 つの母平均の差の検定をおこなった。結果を表 3 及び図 1 に示す。

表 2 気温毎の測定データ数

温度	男性	女性	合計
25度未満	74,100	150,767	224,867
25度以上	3,818	12,500	16,318
合計	77,918	163,267	241,185

表 3 LnLF/HF と気温との T 検定結果

グループ統計量				
temperature_flag	度数	平均値	標準偏差	平均値の標準誤差
LnLF/HF 25度未満	224867	.4172882519	.9265813055	.0019539825
25度以上	16318	.3742237339	.8923584051	.0069856344

		等分散性のための Levene の検定	
		F	有意確率
LnLF/HF	等分散が仮定されている 等分散が仮定されていない	32.266	.000

独立サンプルの検定					
2 つの母平均の差の検定					
t	df	有意確率 (両側)	平均値の差	差の標準誤差	差の 95% 信頼区間 下限 上限
5.747	241183	.000	.0430645180	.0074936701	.0283771254 .0577519105
5.937	18961.751	.000	.0430645180	.0072537670	.0288464883 .0572825476

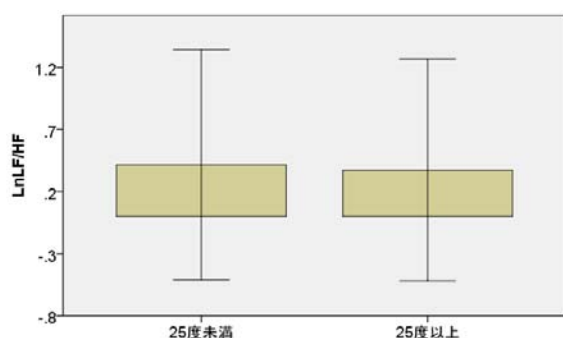


図 1 LnLF/HF と気温との関係

その結果、気温が高いほど交感神経機能が有意に低下する傾向がみられた (有意確率 < 有意水準 0.05)。

一般的に、寒いときは交感神経の作用によって、血管が収縮し、体温の放散を防ぎ、暑いときは副交感神経の作用によって血管が拡張し、発汗を促して体温を下げる働きをされている[11]。

その為、本研究結果は人間の生理現象である自律神経の対寒、対暑反応と同様な傾向がみられ、約 20 万件にも及ぶ自律神経の測定データから統計的に裏付けることができた。

自律神経機能と気圧との関係

本項では、自律神経機能と気圧との関係を調査した。平均気圧データは気象庁の HP よりダウンロード[8]し、測定日及び都道府県情報をキーに気象情報の測定値 (政令指定都市) の情報と付きあわせている。

ここでは、1 気圧は 1013hPa を境に、1013hPa 未満と 1013hPa 以上で測定データを分離した。気圧毎の測定データ数を表 4 に示す。

各測定データの LF/HF を対数変換 (LnLF/HF) し、2 つの母平均の差の検定をおこなった。結果を表 5 及び

図 2 に示す。

その結果、気圧が高いほど交感神経機能が有意に上昇する傾向がみられた (有意確率 < 有意水準 0.05)。先行研究によると、天候不順に関連した低気圧下では、徐脈、顆粒球減少、リンパ球増多、尿中アドレナリン減少、など、副交感神経活動が高まり、体がだるく、減った気分になり[12],[13]、良好な天気に関連した高気圧は、線条体のドーパミン放出亢進、末梢カテコールアミン分泌亢進、顆粒球増多、など、交感神経活動が高まり、心地よい気分になるという報告がある[12],[14]。

このように、本研究結果は先行研究の結果と同様な傾向を示すことができ、約 20 万件にも及ぶ自律神経の測定データから統計的に裏付けることができた。

表 4 気圧毎の測定データ数

気圧	男性	女性	合計
1013Hpa未満	40,984	87,558	128,542
1013Hpa以上	36,934	75,709	112,643
合計	77,918	163,267	241,185

表 5 LnLF/HF と気圧との T 検定結果

グループ統計量				
HPA_flag	度数	平均値	標準偏差	平均値の標準誤差
LnLF/HF 1013Hpa未満	128542	.4008291866	.9162541925	.0025556033
1013Hpa以上	112643	.4298319019	.9333033656	.0027808062

		等分散性のための Levene の検定	
		F	有意確率
LnLF/HF	等分散が仮定されている 等分散が仮定されていない	32.387	.000

独立サンプルの検定					
2 つの母平均の差の検定					
t	df	有意確率 (両側)	平均値の差	差の標準誤差	差の 95% 信頼区間 下限 上限
-7.689	241183	.000	-.029002715	.0037721832	-.036396093 -.021609337
-7.679	235841.097	.000	-.029002715	.0037767700	-.036405084 -.021600346

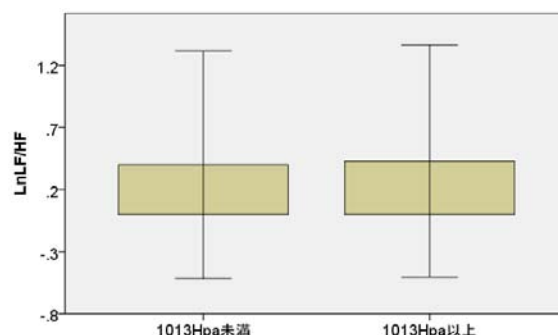


図 2 LnLF/HF と気圧との関係

結論

本研究では、著者らが先行研究で開発した、スマートフォンのカメラを用いた心拍変動解析システムを利用して[2]、約 20 万件の大量の心拍変動データから自律神経機能と気象との関係を調査した。

自律神経機能と気温との関係では、気温が高いほど自律神経の交感神経機能が有意に低下する傾向がみられた。また、自律神経機能と気圧との関係では、気圧が高いほど、自律神経の交感神経機能が有意に上昇する傾向がみられた。

これらの結果は、先行研究及び人間の生理現象とも一致する傾向がみられ、約 20 万件にも及ぶ自律神経の測定データから統計的に裏付けることができた。

現在、スマートフォンのカメラを用いた心拍変動解析システムを利用して[2]、日々数万件の自律神経データが蓄積されている。そのため、今後の展開としては、より詳細な項目における、日常の自律神経機能の評価を進めたいと考えている。

参考文献

- [1] Tatsushi Onaka, Stress and its neural mechanisms. *Journal of Pharmacological Sciences* 2005 ; 126(3) : 170-173
- [2] 駒澤真人, 板生研一, 羅志偉: “スマートフォンのカメラを用いた心拍変動解析システムの開発,” 第 20 回人間情報学会ポスター発表集, pp. 19 - 20, 2015 年
- [3] WIN フロンティア株式会社, “COCOLOLO-心拍のゆらぎで 8 タイプのキモチをチェック -”, <https://itunes.apple.com/jp/app/cocololo-cafe-kimochishea/id973325431?mt=8&ign-mpt=uo%3D4>
- [4] WIN フロンティア株式会社, “COCOLOLO♥ココロ畑-心拍のゆらぎでストレスチェック -”, <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.winfrontier.COLOLOLO&hl=ja>
- [5] Masahiro Okada・Masayuki Kakehashi : Effects of outdoor temperature on changes in physiological variables before and after lunch in healthy women *Int J Biometeorol* Mar 6 2014 doi: 10.1007/s00484-014-0800-1
- [6] Cizao Ren*, Marie S. O'Neill, Sung Kyun Park, David Sparrow, Pantel Vokonas, and Joel Schwartz, "Ambient Temperature, Air Pollution, and Heart Rate Variability in an Aging Population," *Am. J. Epidemiol.* (2011) 173 (9): 1013-1021. doi: 10.1093/aje/kwq477
- [7] 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.
- [8] 気象庁, <http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/>
- [9] 気象庁, http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/yougo_hp/kion.html
- [10] 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
- [11] 小林弘幸著: なぜ, 「これ」は健康にいいのか? サンマーク出版
- [12] Fukuda M., Moroda T., Toyabe S., Iiai T., Kawachi Y., Takahashi H., Iwanaga T., Okada M., Abo T. Granulocytosis induced by increasing sympathetic nerve activity contributes to the incidence of acute appendicitis. *Biomedical Res.*(1996), 17, 2, 171-181.
- [13] 行岡正雄, 七川敏次, 行岡千佳子他. 気圧の変動が関節リウマチの自律神経に及ぼす影響. *臨床リウマチ*. 2010.9
- [14] Fechtali T, Abbraini JH, Kriem B, Rostain JC. Pressure increases de novo synthesized striatal dopamine release in free-moving rats. *Neuroreport*, 1994;5:725-728.

第23回 人間情報学会講演集

平成28年 4月 7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>