エモコン：コミュニケーションにおける自身の怒りと他者から見た怒りとの齟齬通知システム

村井 良行[1]　大場 隆史[1]　小川 萌[1]　中園 歩[1]　酒井 郁貴[2]　濱川 礼[1]

概要：本論文では，心拍と筋電位から自身の怒りを，表情と音声から他者が解釈した怒りをそれぞれ推定し，齟齬があれば通知するシステム「エモコン」について述べる．人間は対話中などに自覚と異なる感情を相手に汲み取られてしまうことがある．特に，怒っていると汲み取られた場合，不本意な不安や反発を招くことで，コミュニケーションに支障が出てしまう．エモコンは怒りの齟齬を振動で腕に通知することで，コミュニケーションにおける支障の発生を抑止することを目的としている．ユーザがコミュニケーションを改善するうえでエモコンが有効かどうかについて述べる．

A System for notifying a discrepancy between external and internal anger in communication

YOSHIYUKI MURAI[1]　TAKASHI OHBA[1]　MEGUMI OGAWA[1]　AYUMU NAKAZONO[1]
FUMIKI SAKAI[2]　REI HAMAKAWA[1]

Abstract: In this paper,We describe the system ”Emocom” which notifies discrepancy between angry from heartbeat and myoelectric potential and anger from expression and voice which were estimated.People sometimes are judged their emotions with different emotions during a conversation.Especially when judged to be angry, unwilling insecurity and rebellion will cause problems in communication.The purpose of this study is to suppress the occurrence of trouble in communication by vibration notification of anger discrepancy to an arm, describe whether users are effective in improving communication.

1. はじめに

コミュニケーションとは社会生活を営む人間が互いに意思や感情，思考を伝達し合うことであり，言語・文字・身振りなどを媒介として行われるものである．しかし，自分の感情とは異なるニュアンスの表情や声を伝えてしまい，相手に誤解を与えてしまうことがある．例えば，近年問題視される RestingBitchFace(RBF) は，図 1[*1] のように芸能人の真顔が怒っているように見え，愛想悪く感じるというものである [1]．これは表出している感情を制御する技術に個人差があるために起こる問題であり，Ekman や難波などによって数多くの研究がなされている [2][3]．木野の研究では日本人は怒りを相手に伝えるとき，抑制的で言葉を使用しない表出方法を多用することが述べられている [4]．感情制御には個人差があり，かつ言葉を使用しない表出方法で怒りを表すため，自身の感情とは異なる負の感情を相手が受け取る場合があると考えられる．

図 1　海外で問題となっている RBF の女優の例

そこで我々は「自身と見た目の感情が異なることで問題

[1] 中京大学 工学部
School of Engineering Chukyo University
[2] 中京大学 情報科学研究科
Graduate School of Information Science and Technology, Chukyo University

[*1] (2015.8.1) JESSICA BENNETT (The New York Times) ”I’m Not Mad. That’s Just My RBF.”より引用”https://www.nytimes.com/2015/08/02/fashion/im-not-mad-thats-just-my-resting-b-face.html”

© 2017 Information Processing Society of Japan

が起きる」と考え，大学生 13 人に「会話中，どのような場合に自分の感情と相手が思う感情が違っていたことが多いのか」とアンケートを行ったところ，「普通なのに怒っていると思われた」，「少し黙っていたら怒っていると思われた」といった，怒っていないのに怒っていると思われたことがあると答えた人が他よりも多数であった．

怒りには表 1 のように 4 つの組み合わせがある．この中から我々は表 1 の (c) の「怒っていないのに怒っているように見える」状態に着目し，その状況を通知するシステム「エモコン」を開発した．

また，本研究では自身の怒りを内面的怒り，他者が解釈した怒りを外面的怒りと定義する．

表 1　怒りの組み合わせ

状態	自身	他者の解釈
(a)	真	真
(b)	真	偽
(c)	偽	真
(d)	偽	偽

2.　関連研究

人との会話支援を目的とした研究は様々な手法を用いて行われている．ここでは研究事例を示し，本研究での位置づけと期待される効果を示す．

2.1　感情伝達法に関する研究

大澤は自らの感情を制御することが求められる労働者の感情労働の負荷を減らす研究を行っている [5]．サングラスの奥に撮影していた表情を映し出すことにより，自身の感情と異なった表情を出すことが容易となる．また周囲に感情を伝える装着型アンテナ [6] は Petre らが開発したもので，着用者の生体情報を計測し，それに応じて色や動きを変えることで，周囲へ自身の感情を伝えるものである．

接客業の労働者は自身の感情と異なった表情や声をしなければならない状況が多いが，普段の生活では自身の感情と表情が一致したほうが，相手へ自分の気持ちを伝えやすい．またシステムが自身の感情を相手に表現するよりも，表情や声で自身の感情を表現した方が，自身の考えを相手が理解しやすい．したがって本研究では自身の感情と自身の表情，音声の一致を促し，コミュニケーション能力の向上を目的とした．

2.2　コミュニケーション支援を目的とした研究

吉村らはパーティ中に話したい相手に匿名で，話したいという意思を伝えるシステムを開発した [7]．このシステムはより多くの人と話す機会を与え，シャイな人々のコミュニケーション能力向上を目指している．しかし会話のきっかけを与えられても，グループに途中参加できない場合がある．きっかけ作りのみではコミュニケーションは改善されず，同じ失敗をするのではないかと考える．また，Nakazato らの，ビデオ会議中の通話相手の表情を画像処理によってリアルタイムに変更することで，雰囲気を良くし議論の創造性を向上させる研究があり [8]，実際にブレーンストーミングでの成果が向上した．相手に伝わる感情を変更することは，場の雰囲気が良くなり，議論が円滑に進むが，自分の伝えたい感情と一致しないため，相手が違う意図を汲み取る可能性がある．

そこで本研究では自身の感情が正しく伝わっているかどうかに焦点を当て，「怒っていないのに怒っている」顔をしてしまった時にユーザへ通知し，改善を促して自然なコミュニケーションを支援することにした．

3.　怒り判定手法

「怒っていないのに怒っている」状態であることを判断するために，内面的怒りと外面的怒りをそれぞれ判定し，齟齬が発生しているか否かを判断する手法を定義する．

内面的怒り判定には心拍と筋電位を用いた．中の研究では精神的負荷を与えることで僧帽筋の筋弾力性が変化し，筋緊張が発生すると述べられている [9]．そこで，怒りによって僧帽筋の筋緊張が発生し，筋電位が上昇すると考え，内面的怒り判定に僧帽筋の筋電位を用いた．また周波数解析による自律神経機能の評価手法 [10] では心拍間隔から自律神経の活性度を求める方法を述べていたため，これを用いて心拍間隔から怒りの度合を求められると考えた．

また，外面的怒り判定には表情と音声を用いた．メラビアンの法則 [11] より，人は会話中，視覚情報を 55%，聴覚情報を 38%，言語情報を 7%の割合で重要視していることが判明している．そのため他者の感情を推定する時，表情と音声が重要だと考えた．

内面的怒りと外面的怒り判定は図 2 の流れで行う．

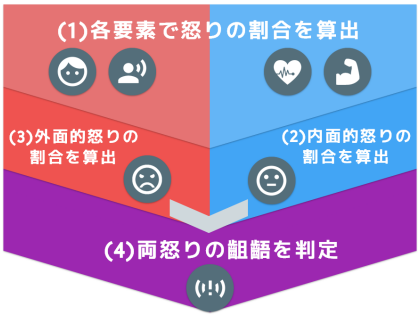

図 2　怒り判定の流れ

以下に怒りの各要素について詳しく述べていく．

3.1　心拍

心拍による怒り判定には，周波数解析による自律神経機能の評価手法 [10] を利用している．この手法は，ある

© 2017 Information Processing Society of Japan

一定期間における心拍間隔データからパワースペクトル密度を求め，そのうちの低周波数帯域 0.04 - 0.15Hz（Low Frequency:LF）と高周波数帯域 0.15 - 0.4Hz(High Frequency:HF）における積分値を自律神経の活性度の指標として利用する手法である．この時，LF 成分は自律神経全体の活性度を，HF 成分は副交感神経の活性度を示しており，2 つの比率 LF/HF を求めることによって交感神経の活性度の指標を得られる．エモコンでは，この LF/HF を常時求め，その値を怒りの指標として用いている．

3.2 筋電位

筋電位による怒り判定には怒り状態の筋電位を MVE で正規化し，振幅確率密度関数 (APDF:AmplitudeProbability Distribution Function) 化したものを利用している．APDF とは測定した時間内の各振幅電位出現の割合を出現確率分布として表すものであり，エモコンでは出現確率分布を怒りの割合と定義している．APDF 化する際，作業をしていると判断される，MVE で正規化した値が 0.4 以上の数値は取り除いている [12]．怒り状態の筋電位は大平の研究 [13] を参考にし，大学生 3 人に最近怒った出来事について話している状態の筋電位取得し算出した．筋電位センサは図 3 のように背骨から僧帽筋に沿って基準電極，筋肉中央電極，筋肉端電極の順に設置している．MVE はリハビリで使用されている従手筋力方法を使い，図 4 のようにして MVE 取得者の肩を上から押し，MVE 取得者が押された力に反発するように肩に力を入れることで取得する．エモコンは常時筋電位を MVE で正規化し，怒りの割合を求めている．

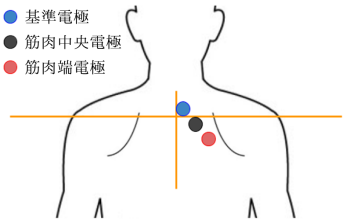

図 3　僧帽筋における電極設置位置

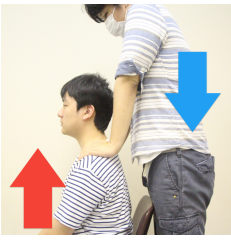

図 4　MVE の取得方法

3.3 表情

表情による怒り判定には機械学習を用いる．判定は画像から顔を検出し，特徴点を抽出，特徴点の相互関係から特徴量算出，教師あり学習を用いた表情判定の 3 つの処理からなる．エモコンでは機械学習を，Python のオープンソース機械学習ライブラリである scikit-learn[*2] を用いて行う．

3.3.1 顔特徴点抽出

眉，目，鼻，口，顔の輪郭周辺の点，計 68 点を特徴点として用いる．なお，画像から顔の特徴点を抽出には Dlib C++ Library[*3] と OpenCV[*4] を用いる．

3.3.2 特徴量

特徴量は，文献 [14] を基に特徴点を 2 点または 3 点組み合わせたものを特徴量として用いる．なお，エモコンのリアルタイム性を考慮し特徴量の種類を距離による特徴量：$F1 = l$，角度による特徴量：$F2 = \theta$，三角形の面積による特徴量：$F3 = S$ の 3 種類とする．これら 3 種の組み合わせを特徴量として定義する．$F1$，$F2$ が各 2,278 種類，$F3$ が 50,116 種類となり，特徴量の総数は 54,672 種類となる．

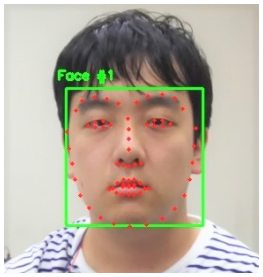

図 5　顔の特徴点

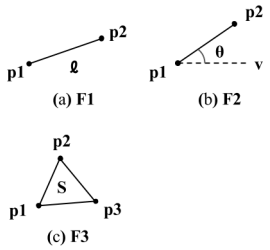

図 6　顔の特徴点に基づく特徴量

3.3.3 表情モデル

定義した特徴量を基に機械学習を用いて表情認識を行う．それに伴って，エモコンのリアルタイム性を損なわず，目的変数を見た目の怒りの重み付けが可能な形式にするためロジスティック回帰分析を用いて予測モデルを作成する．予測モデル作成に The Japanese Female Facial Expression Database[*5] から 30 枚，大学生の顔画像から 180 枚の計 210 枚を用いた．

3.3.4 表情認識

Android 端末から送信された画像を上記の処理を行い，予測モデルを基に表情が怒りか否かの割合を算出する．

3.4 音声

音声による怒り判定には，感情注釈付き音声データベース[*6][*7] から，各音声における特徴を抽出し，ニューラルネットを用いて学習モデルを生成する手法を用いる．エモコンはこの手法を OpenSource で実装している，Open Vokaturi[*8] を使用する．Vokaturi は非言語依存で音声に含まれる自然，喜び，悲しみ，怒り，恐れ 5 つの感情の割合を推定する．エモコンでは取得した音声を 5 秒間隔で分割

*2 Python Software Foundation:"scikit-learn" http://scikit-learn.org/stable/

*3 Davis E. King(2002):"Dlib C++ Library" http://dlib.net/

*4 IntelCorporation:"OpenCV3.0.0" http://opencv.org/opencv-3-0.html

*5 the Psychology Department in Kyushu University:"The Japanese Female Facial Expression (JAFFE) Database" http://www.kasrl.org/jaffe.html

*6 Felix Burkhardt, Astrid Paeschke, Miriam Rolfes, Walter Sendlmeier&Benjamin Weiss(2005):"Emo-DB"http://emodb.bilderbar.info/index-1280.html

*7 Philip Jackson&Sanaul Haq(2015):"Surrey Audio-Visual Expressed Emotion (SAVEE) Database" http://kahlan.eps.surrey.ac.uk/savee/

*8 Vokaturi B.V.(2017):"Vokaturi" https://vokaturi.com/

© 2017 Information Processing Society of Japan

し，それぞれ Vokaturi を用いて怒りの感情の割合を算出，怒り判定の結果としている．

3.5 内面的，外面的怒りを判定する評価関数

前節までで解説した各センサを用いた怒り判定の結果から，内面的，外面的怒りそれぞれの総合的な判断を行う．メラビアンの法則に基づき，表情と音声の怒りを 55:38 の比率で外面的怒りに反映させる．内面的怒りは比率を定義するほどの怒り状態のデータ数が得られなかったため，今回は心拍と筋電位は 1:1 の比率で内面的怒りに反映させる．

3.6 怒りの各要素の精度

各怒りの検出精度向上及び算出のため，大学生 8 名に 10 分間のディベートを行い，その後自分が怒りの有無についてのアンケートに回答してもらった．表 2 は個々の精度の結果である．外面的怒りの精度は，使用した比率がエモコンに適していなかったため各精度よりも低い結果となったと考えられる．内面的怒りの精度は，特に筋電位においては怒り状態のデータが少なかったため，外面的怒りの精度より低い値になったと考えられる．

表 2 各要素における怒り判定の精度

表情	音声	心拍	筋電位
61.4%	65.5%	50.5%	50.0%
外面的怒り		内面的怒り	
60.77%		49.70%	

4. システム実装

4.1 システム構成

エモコンは Arduino で制御されたセンサ及び振動モータ，Android 端末，サーバからなる．Arduino は接続された心拍センサと筋電位センサを用いて，ユーザの生体情報を取得し，Bluetooth[*9]を通して Android 端末に送信する．心拍センサには Pulse Sensor を，筋電位センサには MyoWear を使用している．Android 端末ではカメラとマイクを用いてユーザの写真と音声を取得，Arduino から受信した生体情報と合わせてサーバに送信する．サーバでは受け取ったデータを元に内面的怒りと外面的怒りを判定，その齟齬判定結果や各怒り判定結果を Android 端末に返す．判定結果を受け取った Android 端末は各怒り情報をアプリでグラフとして描画し，齟齬があれば振動モータを駆動させる．

4.2 システム利用の流れ

エモコンは図 7 のように Android 端末を机の上に設置し，筋電位センサを右肩の僧帽筋に，心拍センサを指につけ，振動モータを腕に装着して利用する．

*9 Bluetooth Low Energy (Bluetooth 4.2)

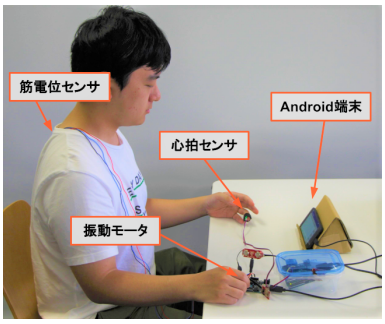

図 7 システム利用状況

256 個の心拍間隔と MVE の取得後，「実験スタート」ボタンを押し，外面的怒りと内面的怒りの齟齬の判定を開始する．図 8 は怒り判定結果をアプリに表示している図である．①は怒りの齟齬判定結果，②は外面的怒り判定結果，③は内面的怒り判定結果を表示している．図 8 のように外面的怒りが「怒り (赤色)」，内面的怒りが「怒りではない (水色)」といった怒りの齟齬が発生している場合，齟齬判定結果は黒色となる．なお，怒りの齟齬が発生してない場合は白色で表示される．エモコンが齟齬を生じる判定をした場合のみ，腕に装着された振動モータが駆動し，ユーザに齟齬の発生を通知する．

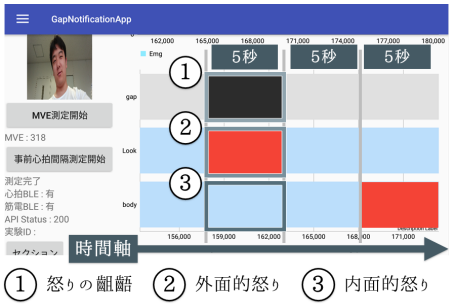

図 8 エモコンのアプリ画面

5. 評価実験

5.1 実験手順

エモコンを用いることで，コミュニケーションの改善についての有効性があるかの検証をした．会話中に自分の感情と相手が感じ取った感情が異なった経験がある大学生 7 名に対して実験を行った．被験者 2 名を向かい合わせて，システムを使用しながら 10 分間，「取り組んでいる研究」や「最近困ったこと」など日常的な会話を行ってもらい，その後アンケート調査をした．アンケート項目は「質問 1:通知が来た場面は適切であったか」「質問 2:通知により対話姿勢を改善しようとしたか」「質問 3:システムを利用することで今後も対話姿勢に気をつけようとしたか」の 3 項目である．

5.2 結果

図 9 はアンケートの結果である．対話姿勢を改善しよう

© 2017 Information Processing Society of Japan

と考えた人の中には通知を受けたことにより，「表情を変えようとした」「笑顔にするよう心がけた」と考えた人がいる．しかし「通知がずっと鳴っていた」と回答し，改善しようと考えなかった人もいる．また，図 10 は被験者が内面的怒りを無いと判断した時間の一部の評価実験結果である．図の①，②では内面的怒りと判断されず，かつ外面的怒りと判断された時に通知をしていることがわかる．

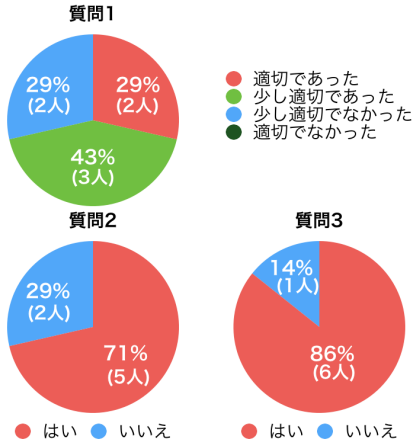

図 9　アンケート結果

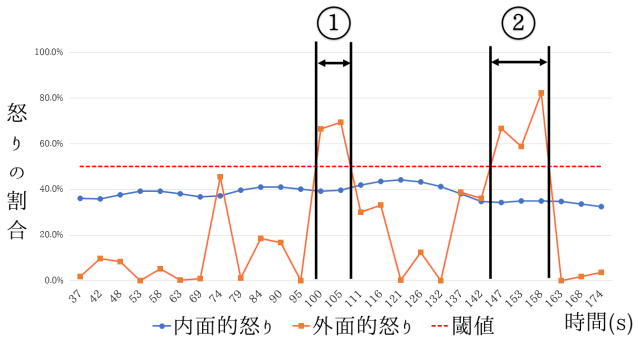

図 10　評価実験結果例

5.3　考察

質問 1 では適切だと感じた被験者と感じなかった被験者の 2 つの意見に分かれる結果となった．適切だと感じなかった被験者はその理由として「ずっと通知が来ていた」「原因が分からなかった」と回答している．これは通知が振動のみであるため，問題が発生しても改善手法に見当がつかなかったからだと考えられる．また実験のデータから，心拍の怒り判定が常時高い場面があった．これは生体情報の個人差に対応できなかったからだと考えられる．

6.　展望

本研究では内面的怒りを定義する際，心拍と筋電位を使用した．しかし生体情報に個人差があり，正常にシステムが動作しない場面があった．今後は個人差を配慮する手法を取り入れたい．また内面的怒り判定で，本研究では心拍と筋電位の比率を 1:1 にしたが，ニューラルネットワークなどの学習モデルの使用により，最適な比率の設定が可能と考えられる．評価実験で，「通知が鳴っている原因がわからない」という意見もあったため，今後は通知のバリエーションを増やしたり，後から結果を見返すことができるようにしたりすることで改善を図っていく．

参考文献

[1] Bennett. Jessica. I’m not mad. that’s just my rbf. `https://www.nytimes.com/2015/08/02/fashion/im-not-mad-thats-just-my-resting-b-face.html`, August 2015.

[2] Paul Ekman. Facial expression and emotion. *American psychologist*, Vol. 48, No. 4, p. 384, 1993.

[3] 難波修史, 宮谷真人, 中尾敬. 他者の感情認知における表出者の文化差の影響. 日本認知心理学会発表論文集, Vol. 2016, p. 121, 2016.

[4] 木野和代. 日本人の怒りの表出方法とその対人的影響. 心理学研究, Vol. 70, No. 6, pp. 494–502, 2000.

[5] 大澤博隆. 人間の擬人化による社会行動の部分的自動化 (クラウドネットワークロボット). 電子情報通信学会技術研究報告 = IEICE technical report : 信学技報, Vol. 114, No. 85, pp. 27–32, jun 2014.

[6] Marian Petre, David Bowers, Thomas Baker, Ed Copcutt, Adam Lawson, Adam Martindale, Ben Moses, and Yige Yan. Intentacles: Wearable interactive antennae to sense and express emotion. In *CHI ’13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, CHI EA ’13, pp. 2861–2862, New York, NY, USA, 2013. ACM.

[7] 吉村祐紀, 西本一志. 気弱なパーティ参加者のためのコミュニケーション機会形成支援メディア. Technical Report 17, 北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科, 北陸先端科学技術大学院大学先端科学技術研究科, mar 2017.

[8] Naoto Nakazato, Shigeo Yoshida, Sho Sakurai, Takuji Narumi, Tomohiro Tanikawa, and Michitaka Hirose. Smart face: Enhancing creativity during video conferences using real-time facial deformation. In *Proceedings of the 17th ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work & Social Computing*, CSCW ’14, pp. 75–83, New York, NY, USA, 2014. ACM.

[9] 中奈央子. 心理的負荷における筋弾性と自律神経機能への影響. 口腔病学会雑誌, Vol. 72, No. 3, pp. 209–216, 2005.

[10] S Akselrod, D Gordon, FA Ubel, DC Shannon, AC Berger, and RJ Cohen. Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. *Science*, Vol. 213, No. 4504, pp. 220–222, 1981.

[11] A. Mehrabian. *Silent messages*. Wadsworth Pub. Co., 1971.

[12] 豊泉深秋, 池山和幸, 下村義弘, 勝浦哲夫. 短時間の軽作業における筋電図データに適した標準化および解析手法の検討. 日本生理人類学会誌, Vol. 19, No. 3, pp. 137–143, aug 2014.

[13] 大平英樹. 表情筋筋電図を指標とした情動の潜在的表出についての検討. 東海女子大学紀要, Vol. 11, pp. 259–272, 1991.

[14] 野宮浩輝, 森國淳司, 宝珍輝尚. 表情表出シーン検出を用いたライフログ映像からの印象的なシーンの検索. 第 4 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム, 2014.

© 2017 Information Processing Society of Japan