

呼吸変動情報を用いた心理状態ウェアネス伝達の試み

木下 雅斗[†] 西本 一志[†]

Transmitting Awareness on State of Mind Using Fluctuation of Aspiration

MASATO KINOSHITA[†] KAZUSHI NISHIMOTO[†]

1. はじめに

近年、インターネットの普及と共に、コンピュータや携帯電話を利用したコミュニケーションツールが発達し、遠隔地間コミュニケーションを容易に行うことが可能となった。これらの既存のコミュニケーションツールは、言語情報による意思伝達を主対象として発達してきたため、対面コミュニケーションでは豊富にやり取りされる非言語情報の大部分が伝わらない。表情や口調などの非言語的情報は、言語には表れない話し相手の心理状態を推測し気遣うために不可欠であり、これによって日常のコミュニケーションが円滑なものになる。しかしながら、非言語情報が伝わりにくい既存のコミュニケーションツールを用いると、些細なことで誤解が生じ、相手と衝突してしまうことが多くなる。

心理状態の判断材料のひとつとして、呼吸の変化が考えられる。心理状態と呼吸の関係について、坂本らは、「生命維持機能としての呼吸現象は不随意的であり生理的の必要に応じてその速さと深さを変える。一方で呼吸は息こらえのように限定的ではあるが意図的に制御することも容易であり、また心理的負担に連動して無意図的に変動する。悲しくて泣いているときの息遣いは、情動の身体的表出の一局面といえる。」と述べている¹⁾。このように、心理状態と呼吸には密接な関係があり、呼吸の変化を感じることで心理状態をある程度推測可能であると言える。そこで本稿では、呼吸の変化に着目し、これを取得・伝達することにより、遠隔地間コミュニケーションに欠落している、心理状態を推測するためのウェアネス情報を伝達することを試みる。

2. 関連研究

オンラインコミュニケーションにおいて、非言語的情

報の表現と伝達のために最も多く用いられているのは Smiley に代表される顔文字である。しかしながら、顔文字は、それを「わざわざ入力する」ことが煩雑であり、またたとえば本気で怒っているときに「;-<」のような顔文字を入力することは通常しないと思われるので、本当の心理状態を表現・伝達する手段としては不十分である。

このため、人の心理状態が自然に表出される生体・生理情報を用いる手段が考案されてきた。たとえば、カメラで認識した顔の表情や眼球の動き、心拍・GSRなどの生理情報を感情情報に翻訳し、相手に伝達するシステム（眼球運動の変化に基づく心理状態の推定²⁾、複合的な生体情報解釈システムによる感性情報マッピング³⁾）などが構築されている。しかし、これらの生体・生理情報と心理状態の関係には大きな個人差があるため、正確に心理状態に「翻訳」することが難しく、誤訳による誤解が生じるという問題がある。

そこで、取得した生体・生理情報をそのまま、あるいは翻訳を伴わない形で圧縮して相手に伝え、その翻訳は受信者に任せる試みもなされている。Christa⁴⁾ は、心臓の鼓動と頻度、そして呼吸情報をリアルタイムに伝達する遠隔地間コミュニケーションデバイス *Mobile Feelings* を提案している。このデバイスを身につけることで、常にパートナーと身体状況を共有でき、相手の心理状態を推測することも可能となるとしている。しかし、いくら親しい相手であっても、常時相手の心拍や呼吸情報を受信し続けるのは負荷が高く、かえってコミュニケーションを阻害する要因となることが危惧される。

角野ら⁵⁾ は、電子メールコミュニケーションにおいて、文字情報による内容伝達以外に、メッセージの印象形成支援のための非言語的の手がかりとして、メール作成に要した時間や修正量などの、文章作成にかけて「手間」を自動取得して相手に伝える電子メールシステムを提案している。受け手は、メールに添えられ

[†] 北陸先端科学技術大学院大学 知識科学研究科

Japan Advanced Institute of Science and Technology

た「手間」情報から、文章だけからではわからない送り手の想いを察することが可能となる。

本研究においては、Christa らと同様に呼吸情報を用いるが、その取得・伝達にあたっては、角野らと同様に情報を圧縮し、低負荷で必要十分な心理状態ウェアネスを受信可能とすることを旨とする。

3. 呼吸情報を用いた心理状態推測支援システム

呼吸情報は、導電性可変抵抗ゴム（株）ポリテック・デザイン製ワンダークューブ B タイプ）を用いて自作した呼吸センサ（図 1）で取得する。センサ本体である可変抵抗ゴムチューブの両端に圧着端子を取り付け、これに結んだタコ糸を背中中で結んで固定する。この際、ゴムチューブがおよそみぞおちの位置にくるように調整する。これにより、呼吸による胸部の変動情報を電圧の変動として取得する。

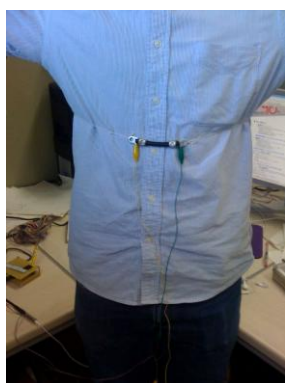


図1 作成した呼吸センサを装着した様子

呼吸運動による可変抵抗ゴムチューブの伸縮で変化する電圧を約 40Hz のレートでサンプリングする。生の電圧変動データには微細なノイズが乗っているため、これを平滑化するために 20 サンプルのウィンドウ幅で求めた移動平均の値を使用する。その上で、単位時間毎（後述する実験では 10 秒間を単位時間とする）における電圧変動の周期と振幅の平均値を求める。なお周期は、ある電圧が極小値を取る時刻 $t_{vmin(i)}$ から次の電圧が極小値を取る時刻 $t_{vmin(i+1)}$ までの時間差 $t_{vmin(i+1)} - t_{vmin(i)}$ である。また振幅は、ある電圧が極小値 $V_{min(i)}$ から次の極大値 $V_{max(i)}$ までの電圧差の絶対値と、その極大値 $V_{max(i)}$ から次の極小値 $V_{min(i+1)}$ までの電圧差の絶対値の和 $(V_{max(i)} - V_{min(i)}) + (V_{max(i)} - V_{min(i+1)})$ とする（ゆえに、一般的な振幅の値のおよそ倍の値となる）。

ここで、周期は呼吸の速さに対応し、振幅は呼吸の深さにそれぞれ対応する。たとえば「ため息」は深く

て遅い呼吸であるように、呼吸に現れる心理状態は、この 2 つのパラメタの組み合わせと対応しているケースが多いと考えられる。そこで、呼吸の速さと深さの 2 軸で構成される 2 次元平面上に、単位時間ごとの呼吸データをマッピングする。その上で、数日から 1 ヶ月程度の長期間における呼吸データをすべてマッピングして「平静時」のマッピングを得る。これは、呼吸の大部分は生命維持のための不随意的なものであり、感情変動などに伴う呼吸の変動は希な現象であるので、長期間にわたるデータを積算することにより、まれな現象の影響がほぼ消滅し、平静時の呼吸の有り様のみが得られると考えられるためである。その上で、平静時のマッピングと、ある注目する 1 日（通常は「今日」）のマッピングとを、両者のデータ数の違いをキャンセルするように正規化したうえで差分を求め、この差分情報を一目で把握可能な形で視覚化し、基本的に 1 日 1 回の割合で相手に伝達する。ただし、呼吸の速さ・深さも、微妙な差はあまり意味を持たないと考えられる。そこで、図 2 に示すように、2 次元空間を大まかに 9 つの領域に分け、各領域ごとの差分を求めることとする。各領域の境界は以下のようにして求める。まず、速さ・深さそれぞれについて最頻値 X を代表値とし、これに基づく標準偏差 σ を、平均値に基づく標準偏差と同様の方法で求める。その上で、 $X \pm 1\sigma$ の範囲を「普通」とし、 $X + 1\sigma$ より外側を「速い」または「深い」、 $X - 1\sigma$ より外側を「遅い」または「浅い」領域とみなす。

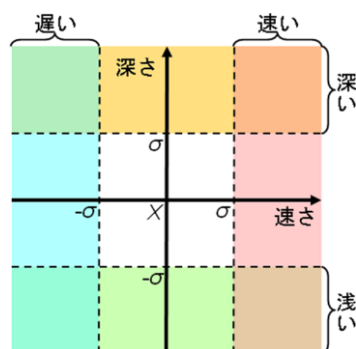


図2 呼吸の速さと深さにより分割した 9 つの領域

これにより、たとえば深くて遅い呼吸（図 2 の左上領域）が平静よりも多いことが見て取れる場合には、「今日はずっとよりため息が多いようだな」ということがわかり、そこから「何かがつかりするようなことでもあったのかな？」と相手の心理状態を推測し、様子をうかがう電話などのきっかけとなることが期待される。

4. 評価実験

4.1 システムの概要

提案したシステムを用いた評価実験とアンケートによる調査を行った。被験者は、本学知識科学研究科の学生2名である。

4.2 評価実験

実験では、被験者に作成した呼吸センサを衣服の上から装着してもらい、「基準状態」、「作業状態」、「外部音マスク状態」の3通りの実験環境で、椅子に座ってもらった状況でそれぞれ10分間行った。「基準状態」では、被験者に何も作業を与えず、自由に時間を過ごしてもらう。「作業状態」では、1文字以外は全て同じ漢字で埋め尽くされたA4用紙の中から、仲間はずれの漢字を見つけてもらう作業（例：「雄」という漢字群に、1つだけ紛れ込んでいる「雌」という漢字を探す作業）を10枚行ってもらい。「外部音マスク状態」では、一定音量のピンクノイズを聞いている状況で自由に時間を過ごしてもらう。なお、ピンクノイズの心理的効果について、政倉ら⁶⁾の「視覚と聴覚の相互作用による環境の印象操作」の報告によると、「環境の快適性向上のために人間の知覚特性を利用した手法として、不快でない音（マスク音）によって不快な音（騒音）を覆い隠す心理的アクティブコントロールがある。ピンクノイズには交通騒音の主観的強度（主観的なやかましさ、loudness）を低減する効果があった。この結果は、心理的アクティブコントロールが音環境の快適性向上に有効な手法であることを示している」と記されている。そこで、ピンクノイズによって外部の騒音を意識しにくい環境を作ることで「集中できる状態」として実験を行った。

ある被験者の3つの状態それぞれにおける約10分間の呼吸データから求めた、各領域に含まれる呼吸の割合を図3（基準状態）、図4（作業状態）および図5（外部音マスク状態）に示す。図4と5には、基準状態とのポイント差をカッコ内に示す。

作業状態では、基準状態と比較して、深さは通常に集中し、かつ速い呼吸の領域がわずかに増加し、遅い呼吸が全般に減少している。また、外部音マスク状態では、基準状態と比較して、やはり深さは通常に集中し、遅い呼吸の領域がわずかに増加している。また、全般に基準状態では呼吸のパターンが多様であるのに対し、作業状態と外部音マスク状態では、特定の呼吸パターンに集中する傾向が見られる。

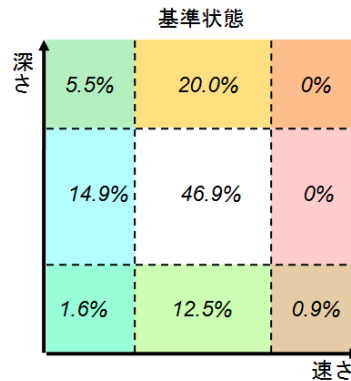


図3 基準状態における各領域に含まれる呼吸の割合

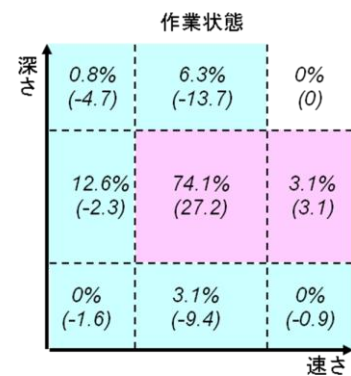


図4 作業状態における各領域に含まれる呼吸の割合と基準状態とのポイント差。青い背景はポイントが減少、赤い背景はポイントが増加していることを示す。

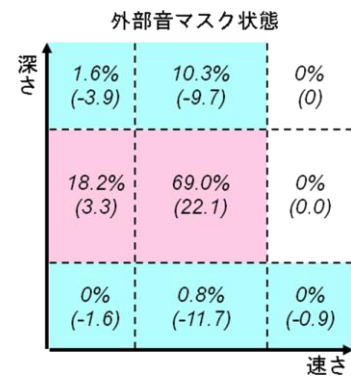


図5 外部音マスク状態における各領域に含まれる呼吸の割合と基準状態とのポイント差。青い背景はポイントが減少、赤い背景はポイントが増加していることを示す。

4.3 アンケート調査

アンケートは、評価実験後の感想について調査した。実験の感想は、「基準状態」、「作業状態」、「外部音マスク状態」において、それぞれ「リラックスしていたー少しリラックスしていたーふつうー少しストレスを感じていたーストレスを感じていた」の5段階評価でアンケート調査を行った。図3～5に示したデータの

元となった被験者の回答は、「基準状態」：少しストレスを感じていた、「作業状態」：ふつう、「外部音マスク状態」：少しリラックスしていた、であった。この被験者の場合、作業状態ではストレスを感じず、基準状態でストレスを感じていた。

5. 考察

図4や5のような表現方法により、ある人の基準となる状態からの呼吸の変化を一目で把握できるようになった。これを伝達することにより、きわめて低い負荷で遠隔地にいる相手の心理状態を推測できるようになると思われる。ただし、図3~5のデータの元となった被験者に対するアンケート結果によれば、この被験者は基準状態でストレスを感じていた。これは、慣れないデバイスを装着したことと、実験開始時の緊張感によるストレスであろうと思われる。前述のとおり、本来基準状態はもっと長期間にわたるデータを基に求めるべきであるが、今回は時間の問題でわずか10分のデータを基にせざるを得なかった。これについては、今後長期間データを取得して対処する予定である。

今回の場合、被験者は作業状態を「ふつう」であると評価しているの、これを通常状態と見なした方が適切であろう。その場合、作業状態での呼吸パターンの3/4が速さ・深さとも最頻値領域に分布しているのはリーズナブルである。また、被験者は外部音マスク状態を「すこしリラックスした状態」と評価している。これは実験環境周囲での他学生同士の会話や笑い声などをピンクノイズがマスクしたことで、落ち着いた心理状態になった結果ではないかと考えられる。この結果、やや遅い呼吸パターンが増加したものと思われる。一方、被験者は基準状態で少しストレスを感じている。これは、慣れないデバイスを装着したことと、実験開始直後の緊張感によるものと思われる。この結果、おそらくため息をついたり、緊張で呼吸が速くなったりしたため、呼吸パターンが多様になったものと思われる。

以上のように、今回の実験では平静状態としての基準状態を取得することには失敗したが、被験者の主観評価で「ふつう」の状態を基準として呼吸パターンを比較することによって、その人がどのような状況におかれていたかをおおむね推測できることが示唆された。ただし、どのような状況でどのような呼吸パターンになるのかには個人差があるであろうし、また同じ人であっても生活の文脈の変化に応じてより多様なパターンが生じるであろう。これについても、今後さらに実

験を重ねて明らかにしていきたい。

6. おわりに

本稿では、呼吸情報を用いて、パートナーの心理状態アウェアネス情報を伝達することを試みた。このため、自作の呼吸センサを利用して呼吸情報を取得し、得られたデータを基に、呼吸を9つの領域に分類し、各種状態での結果と基準状態とを比較することで、パートナーの心理状態を一目で推測可能となることが示唆された。

今後は、被験者の数を増やして実験を行うとともに、より適切な基準状態のデータを取得するために、長期的な実験を実施したい。さらに、実際に図4や5のような図をパートナーにメール等で送信し、これがどのようにコミュニケーション全体に影響するかについても検証していく予定である。

参 考 文 献

- 1) 岡隆, 久我隆一, 篠竹利和, 津川律子ら: 抑うつおよびネガティブな感情・気分に関する心理学的研究: www.chs.nihon-u.ac.jp/institute/human/kiyou/73/14.pdf
- 2) 平山雄介. 指導教官. 阪口豊. 出澤正徳. 本多弘樹: 眼球運動の変化に基づく心理状態の推定: www.hi.is.uec.ac.jp/rcb/paper/PDF/
- 3) 宮下広夢 瀬川遼 岡田謙一. 慶應義塾大学大学院 理工学研究科: 複合的な生体情報解釈システムによる感性情報マッピング: www.mos.ics.keio.ac.jp/scope_HP/paper/b17.pdf
- 4) Christa SOMMERER & Laurent MIGNONNEAU IAMAS Institute of Advanced Media Arts and Sciences, Gifu Japan 3-95 Ryoke-cho, Ogaki-shi, 503-0014 Gifu, Japan :Mobile Feelings -wireless communication of heartbeat and breath for mobile art : C SOMMERER, L Mignonneau - 14th International Conference on Artificial Reality ..., 2004 - vrsj. tu-tokyo. ac. jp
- 5) 角野清久, 西本一志: 言外の情報としての編集過程情報を伝えるメールシステムの提案と評価, 情報処理学会論文誌, Vol. 50, No. 1, pp. 254-267, 2009. 編集過程情報で「手間」を伝える電子メールシステムに関する研究: 角野清久: <https://dSPACE.jaist.ac.jp/dSPACE/bitstream/10119/4259/5/paper.pdf>
- 6) 政倉祐子・一川誠: 視覚と聴覚の相互作用による環境の印象操作: 原著論文 (VISION Vol. 15, No3, 117-132, 2003)