

K-46

## 鼻部熱画像を用いた快—不快状態の推定

## The Estimation of Unpleasant and Pleasant States by Nasal Thermogram

善住 秀行† 南雲 和幸† 野澤 昭雄† 田中 久弥‡ 井出 英人†

Hideyuki Zenju Kazuyuki Nagumo Akio Nozawa Hisaya Tanaka Hideto Ide

## 1 はじめに

厚生労働省の調査によると、老化に伴う筋萎縮性側索硬化症 (ALS: Amyotrophic Lateral Sclerosis) や言語障害などを含めた要介護者数は年々増加しており、平成 10 年度では 124 万 3 千人、そのうち寝たきり者数は 35 万 6 千人となっている。しかし、たとえ家族やホームヘルパーであっても、お互いの意思や感情の疎通を図ることは大変難しい。寝たきりの要介護者と介護者との間では、日常のコミュニケーションがとれず、両者に精神的な負担やストレスが生じる場合がある。

こういった状況から、介護福祉施設の整備や画期的な介護支援補助機器の開発が望まれている。要介護者が言葉や動作に不自由があっても、介護者が要介護者の生体情報から心理状態を知ることができれば、意思疎通を図ることができ、生体情報がコミュニケーションの一つの手段と成り得る。心理状態を時間差が生じることなく、リアルタイムで推定することができる装置は、要介護者の社会への橋渡しを担うものであり、介護者の負担を減らすものにもなる。

そこで我々は、サーモグラフィにより取得した顔面熱画像 (FST: Facial Skin Temperature) を用いて、人の快—不快状態を非接触かつリアルタイムに推定することを提案する。サーモグラフィを用いることにより、各種生理計測自体が被験者に与えるストレスを軽減することができ、被験者への生理計測装置の装着時間を短くすることが可能となる。

本報告ではまず、感情推定を行うにあたり、説明変数となる鼻部皮膚温度の抽出方法を述べる。次に、鼻部皮膚温度変化を用いた快—不快状態の推定方法を述べ、最後に感情を隆起すると想定した聴覚刺激を被験者に与え、快—不快状態の解析を行い、それらによって得られた実験的な研究成果を報告する。

## 2 情動ストレスと鼻部皮膚温の関係

一時的な激しい感情の動きで、自律神経系や内分泌系などの身体的変化を伴うものを情動といい、情動を引き起こす因子を情動ストレスと呼ぶ。この情動ストレスに応じた生体反応が全身に出現する。特に、血流量は、交感神経系、副交感神経の血管収縮作用を中心とした自律神経系活動により変化が生じる。<sup>1)</sup>

鼻部周辺部には、毛細血管の血流量を調整する動静脈吻合血管 (AVA: Arteriovenous anastomoses) と呼ばれる動脈と静脈の吻合部 (抹消皮膚血管) が集中し、他の体部位

と比較して多い。さらに、血管が他の部位では脂肪層の下を走っているのに対し、鼻部周辺においては、皮膚と鼻骨のわずかな隙間を走っている。皮膚温度は血流量の変化に依存する為、情動ストレスによる心理状態が鼻部皮膚温度に顕著にあらわれる。<sup>1)2)</sup>

鼻部皮膚温は、快状態推移時において、副交感神経の作用により AVA を通る血流量が調整され、その温度が上昇する (図 1)。同様に、不快状態推移時においては、交感神経の作用により温度が下降する (図 2)。それに対し、額部は体幹部に位置し、AVA の密度が低い為、外部の影響により血流量変化が余り生じなく、情動ストレスにより額部皮膚温に変化はほとんど見られない。よって、本報告では、額部皮膚温と鼻部皮膚温との温度差が説明変数になると判断した。

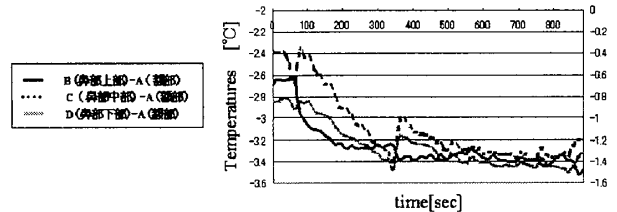


図 1 不快状態時の温度変化

Fig 1 Difference of Temperature on Unpleasant States

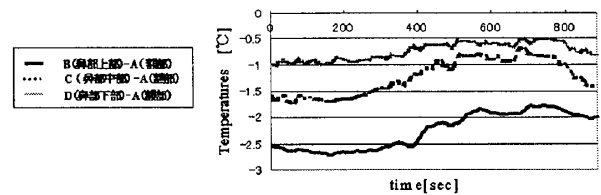


図 2 快状態時の温度変化

Fig 2 Difference of Temperature on Pleasant States

## 3 快—不快状態の推定

## 3.1 特徴量の設定

顔面熱画像中の鼻部領域を抽出し幅 4、高さ 5 の割合で分割し、全体で 20 区分とする。それぞれ 20 区分において 1 撮像ごとに平均温度を求める。この作業を 5 秒ごとに行い、不快条件 1 分間における 5 秒ごとの平均温度の変化量 (peak to peak) を特徴量とする。

† 青山学院大学, 東京都

Graduate School of Science and Engineering, Aoyama Gakuin University, Setagaya, 157-8572 Japan

‡ 広島市立大学, 広島県

3.2 推定方法

本報告では推定方法として、階層型ニューラルネットワークを用いる(図3)。学習則として誤差逆伝播法を用いた。2種類のニューラルネットワークとも入力層は20×11とし、中間層を50、出力層を16とした。3.2の計算により特徴量を抽出し、入力層に入力する。そして、中間層を通して、快-不快状態を推定し、推定値を出力する。

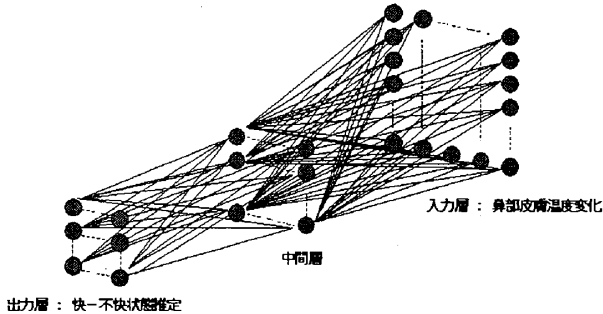


図3 階層型ニューラルネットワーク  
Fig 3 Class type Neural Network

4 実験方法

本実験は電磁シールドルーム(幅3.4m×奥行き3.7m×高さ2.3m)で行う。シールドルームの室温は、26.0±1.5℃とし、照度は約200lxとした。サーモグラフィを被験者の鼻部との距離1.0mの位置に設置した。本報告で用いたサーモグラフィは、NEC 三栄 TH3102である。本装置は255×239pixelの熱画像サイズで、温度分解能は0.08℃である。また、顔面皮膚放射率はε=0.98とした。使用した実験装置の概略図を図4に示す。

始めに主観値評価アンケートVAS(Visual Analogue Scale)を実験前に行う。VASとは相反する形容詞を線分の両端に置き、被験者にその主観値を線分に記入させるアンケートのことである。その後、安定状態の被験者7名に不快条件(不快騒音)1分間を与え、熱画像を7枚取得する。最後に被験者にVASをチェックさせる。このVASを16, 8, 4分割に分け、被験者がどの線分にチェックしたかを熱画像から抽出した特徴量を用いて推定する。

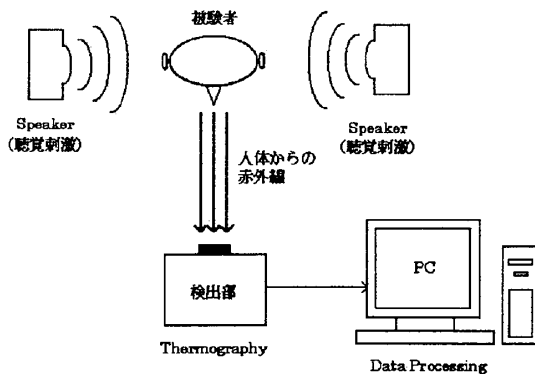


図4 実験装置の概略図  
Fig 4 Outline figure of the experiment equipments

5 推定結果および考察

ニューラルネットワークによる推定結果と主観アンケートVASとの比較を表1に示した。表1は、VASを推定段階1/16, 1/8, 1/4に分け、ニューラルネットワークで不快状態を推定した推定率を示している。推定率は以下のように定義した。

$$\text{推定率}[\%] = \frac{\text{推定正解数}[\text{回}]}{\text{全推定回数}[\text{回}]} \times 100$$

表1から、推定段階が粗くなるに従い、快-不快状態を厳密には推定できなくなるが、推定率が上昇することがわかる。これは、推定段階を厳密にすると、正確には推定されないが、近い値を推定していることを示している。これは、推定段階が粗いとの見方もあるが、介護者が快状態にあるか、不快状態にあるかを推定するという観点からは有用であると言える。これにより、推定段階が8~4段階あれば、鼻部熱の熱画像から被験者の快-不快状態を推定することが可能である。

推定率が高い数字を得られなかった理由として、被験者の不快騒音に対する反応が薄れてくるからと考えられる。また、リアルタイムで感情を推定するためにデータ取得時間を不快条件下において1分間として実験を行ったため、被験者の鼻部温度に個人差が生じるだけの十分な時間がなかったため、個人の特徴を得にくかったことも理由として挙げられる。

表1 VAS推定率  
Table 1 Rate of VAS Estimation

推定段階	1/16	1/8	1/4
快-不快状態推定	28.6%	57.1%	71.4%

6 まとめ

今回は、顔面熱画像において鼻部皮膚温に着目し、ニューラルネットワークを用いて快-不快状態を推定した。その結果、推定段階が8~4段階においては50%以上の推定率を得られたことを確認した。今後は覚醒-睡眠状態を推定していく予定である。

文献

- 1) 源野, 松本, 福島: 顔面皮膚温による温冷感の評価, 計測自動制御学会論文集, Vol.31, No8 (1995)
- 2) 田中 久弥他: 脳波と顔面熱画像による意図・情動伝達代行システムの研究 (2002)
- 3) 善住 秀行他: 鼻部熱画像の経時変化量を用いた快・不快VASの推定, 平成13年電気学会全国大会論文集 [3]3-096(2001)