

生体情報を用いた疲労検出方法の研究

(知能情報システム学) 松崎 知成

1. はじめに

IT 技術の急速な進歩により VDT (Visual Display Terminals) 作業が職場に広く導入され、それと同時に VDT 作業に伴う精神的疲労を感じる労働者の割合が増加している。近年、精神的疲労による作業効率の改善のために、アンケートやインタビューを用いた方法がとられている^[1]。しかし、これらの方法では評価者の主観に依存している。精神疲労をリアルタイムで示し、疲労度合を具体的な数値で検出し、効果的に示す方法をみることは少ない。

そこで本研究では、生体情報(脳波、鼻部皮膚温度)を指標にすることにより精神的疲労を読み取り、労働者に休憩のタイミングを提示できるシステム開発のための課題を明らかにしていく。

2. 方法

2.1 鼻部皮膚温度による疲労検出方法

鼻部周辺部には、毛細血管の血流量を調整する抹消皮膚血管が集中している。皮膚温度は血流量の変化に依存するため、情動ストレスによる心理状態が顕著に現れる。不快状態推移時には副交感神経の作用により、血流量が減少し皮膚温度が下がる^[2]。

鼻部温度測定方法

サーモグラフ(日本アビオニクス社製 TVS-700)により取得した顔面熱画像(白黒画像)をデジタルビデオカメラ(Sony 社製 DCR-HC88)で記録し、測定開始時より2分の間隔でビットマップ画像を取得する。これらのビットマップ画像の鼻部だけを切り出す。切り出した部分の画素値をリニア変換により平均画素値から鼻部平均温度を求める。平常時の鼻部を切り出した画像データをテンプレートとし、各測定時間における画像データからテンプレートマッチングを用いて鼻部を抽出する。そして鼻部の温度変化を測定する。以上の処理から鼻部皮膚温度の経時的変化をおっていく。

2.2 脳波による疲労検出方法

人の心の状態は脳の活動に反映され、その活動は脳波のような頭部電位として、外部から観測することが可能である^[3]。今回の実験では前頭部1極から得た脳波データを使用する。1秒間の脳波を高速フーリエ変換して、周波数スペクトル(0~23Hzの各電圧値(μV))を得る。1秒ごとの周波数スペクトルにおいて優勢な周波数をピーク周波数とし、ピーク周波数が複数ある場合はそれらの平均をピーク周波数とする。このピーク周波数の経時的変化をおっていくことで疲労との関係を調べる^[4]。

3. 実験

3.1 開発環境

- ・ Windows XP Professional SP2
- ・ プログラム言語 : Visual C++6.0
- ・ Dell Optiplex GX520 CPU : Pentium(R)4 3.2 GHz メモリ : 0.99 GB
- ・ サーモグラフ : 日本アビオニクス社製 Neo Thermo TVS-700
- ・ DV コンバータ : Canopus 社製 ADVC-100
- ・ デジタルビデオカメラ : Sony 社製 DCR-HC88
- ・ 脳波測定装置 : 能力開発研究所社製 ブレインビルダ (Brain Builder Unit)
- ・ 脳波分析ソフト Mind Sensor 2 for Windows Version 4.0

3.2 実験条件

被験者の対象は20代前半の6名(男性3名、女性3名)で行い、実験場所は体育館情報処理室内で、室温を一定に保つ。疲労を促すために、簡単な計算(2つの数字の足し算、引き算)を

20 分間行い、解答は 4 択で、ボタンをマウスでクリックすることで行う。測定時、サーモグラフから被験者の顔までの距離は一定にし、顔向きは正面を保っている。

測定前に「自覚症しらべ (アンケート)」を用い、測定前の被験者の状態を記入してもらう。被験者の体温が室温に慣れ、変動が少なくなってから測定を開始する。平常時の脳波、鼻部温度画像を取得し、それらを平常の脳波、鼻部温度とする。

測定中に計算開始の合図と疲労を自覚した時の合図をサーモグラフに向かって行う。

測定後に「自覚症しらべ」を用いて測定後の被験者の状態を記入してもらう。また計算中における自覚疲労合図の回数など複数の質問に答えてもらう。

3.3 結果

鼻部温度の経時的变化

計算開始から大多数の被験者に一時的に鼻部温度が減少する傾向があった。しかし、疲労合図を出す直後までの温度の減少(約 0.1℃～0.4℃)が見られる被験者もいるが、疲労により鼻部温度が有意に減少するかはみとめられない。一例を図1に示す。

ピーク周波数の経時的变化

実験で取得したピーク周波数において 2 分毎に平均値を出し、平常の平均ピーク周波数を 1 として変動率をグラフにした(図 2)。0～23Hz におけるスペクトラムのピーク周波数の変動に注目したところ、被験者が疲労合図を出した時点を含め、連続的に低下した。また疲労を示さず、集中できた被験者は、平常との変動率が 1 以上の値になることがあり、また経時的な変動が少ない。

4. まとめ

今回精神疲労の指標として鼻部温度と脳波が有効であるかどうか検討を行った。スペクトラムのピーク周波数が精神疲労誘発時に低下することが、被験者との主観評価との相関により得られた。したがって精神疲労の客観的指標に脳波有用であることが示唆された。鼻部皮膚温度については今後より詳しい検討の必要がある。

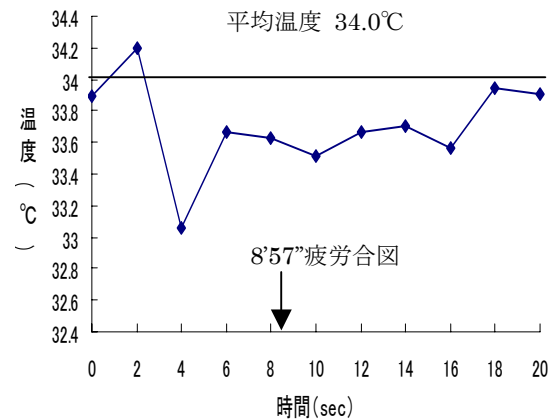


図1 鼻部温度変化

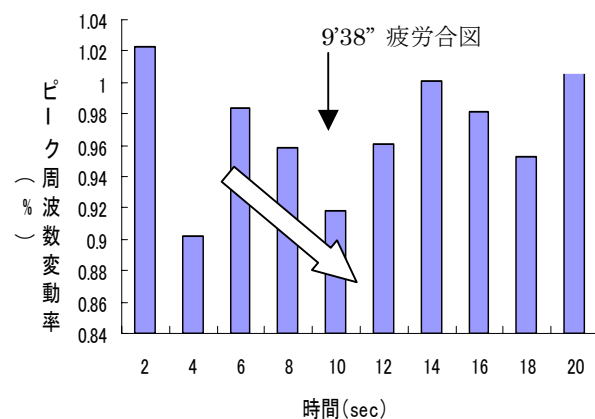


図2 ピーク周波数変動(平常=1)

[参考文献]

- [1]山口晴久:VDT 文書入力作業の作業時間による心理負担測定のための評価尺度の開発
日本教育工学会論文誌 Vol.28,No.4 pp. 295-302 (2005)
- [2]善住秀行:鼻部皮膚温度変化による快-不快状態の推定
電気学会論文誌 Vol.124,No.1 pp. 213-214 (2004)
- [3]武者利光:リラックスした心の状態は測れるか
日本機械学会誌 Vol.101,No.955 pp. 452-453 (1998)
- [4]清水規裕:脳波解析を用いた色光環境単一作業負荷時における疲労解析
電子情報通信学会技術研究報告 Vol.102,No.507 pp. 41-44 (2002)