

要旨

本研究は、マッサージ師がするような個人に適応したマッサージをする自律適応型マッサージチェアの開発を目的としている。ここでは、基礎研究として、使用者の状態（平常、衝撃を加えたとき）における筋電位を測定し、その筋電位を入力とした人工ニューラルネットワーク（ANN）を用いて状態認識について実験を行う。

1. はじめに

本研究は自律適応型のマッサージチェアの開発を目的としており、その開発の為に基礎研究で、快不快測定器の初期タイプを作成することを目的とする。

2. 自律適応型マッサージチェアシステム

図1に、提案するマッサージチェアのシステム概要図を示す。開発目的としている自律適応型マッサージチェアは、疲れて座った人の肩の凝り具合を測定し、どこを、どの程度の強さでマッサージすれば良いのかを決める。凝り具合に応じて揉み玉の動きを制御し、電源が抜かれるか肩の凝りが解消して気持ちよくなる、または制限時間が来るまで使用者の意図とは無関係にマッサージをしてくれるマッサージチェアである。マッサージチェアは、使用者が座ると触覚センサを使って凝り具合と凝っている部位を測定し、アイピローに取り付けた筋電位センサを使って被験者の状態を学習システムに送り、触覚センサからの測定値と使用者の状態を用いて最適なマッサージ手順を学習する。学習した手順を制御回路に送って、揉み玉の動きを制御する。点線で示した部分が今回行う部分である。自律適応型マッサージチェアで、使用者による操作ではなく、使用者の状態を用いてマッサージを終了または継続するシステムを開発する必要がある。その為に、筋電位を用いて、何もしない状態、明らかに不快と思われる状態を何パターンか測定し、その特徴量を入力として、人工ニューラルネットワーク（ANN）のバックプロパゲーション法（BP法）によってオフライン学習を行い、被験者の状態を認識する。図2は、実際に使用する時の計測状態の図である。アイピローに取り付けた筋電で顔の筋肉の動きを計測する。喉には骨動マイクを取り付ける予定だが、今回は筋電位センサを用いて計測した。

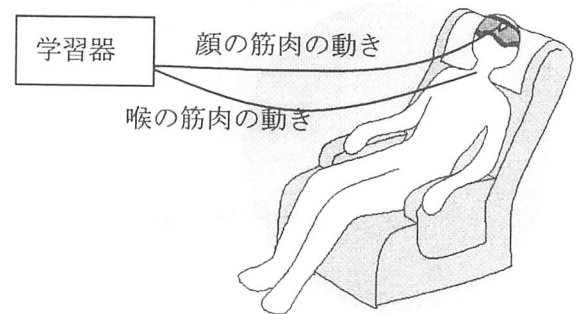


図2 筋電位を用いた状態の測定

2. 状態認識

状態認識をするにあたって、普通、痛い、気持ちいいの、3つの状態を認識することが出来れば良い。終了条件として必要なのは痛い状態で、普通と気持ちいい状態は、継続するのに必要な状態である。この3つの状態を知る為には、顔の筋肉の動きと、声が出ているかどうかの喉の振動を見るのが分かりやすいと考えた。大抵の人は、快・不快を感じたとき顔の筋肉が弛緩または緊張状態となり、筋電位が発生する。そして、痛みや心地よさを感じたときは自然と声が出てしまう。そこで顔の筋肉の筋電位と喉の振動を測定し、それらの動きと被験者の状態とを対応付けることで、状態を認識する。今回は振動計ではなく、喉の測定にも筋電位を使用した。筋電位は、人間がなんらかの動作を行うときに発生する活動電位であり、 $10^{-5} \times 10^{-2}$ ほどの電圧がかかり、 $10 \sim 2000$ [Hz]ほどの周波数を持っている。今回は眉に2箇所と喉に1箇所の計三箇所を測定するので3チャンネル使用し、筋電位からの信号を時間幅 $T (T=100)$ で積分したものを特徴量として用いた。状態の対応付けには、筋電位の特徴量を入力として、多層の人工ニューラルネットワーク（ANN）のバックプロパゲーション法（BP法）を使用し、教師信号と入力したデータを対応付けることで被験者の状態を認識する。

3. 実験

1. 被験者の両眉、喉の各一箇所ずつに筋電位を取り付け、被験者の各状態を測定する。

測定する状態(各三パターン)：

- a.何もしないで座っている状態
- b.被験者にとって身体的に不快な状態
- c.被験者にとって聴覚的に不快な状態

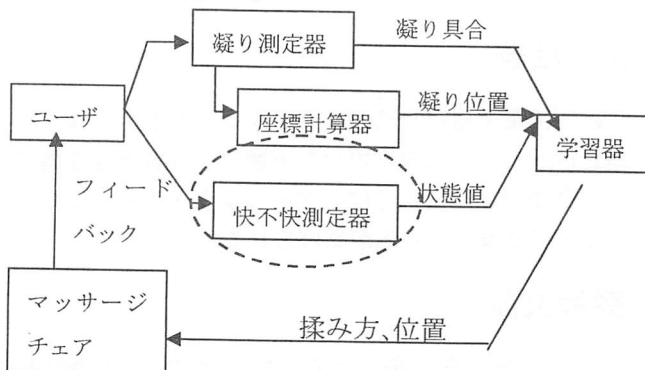


図1. 自律適応型マッサージチェアシステム概要図

2. 測定結果 (N 個のデータ) を積分して特徴量を求める。

この特徴量を、データ中での最大値(x(max))を用いて正規化し、入力値、状態を教師信号としてバックプロパゲーション法を行い、状態認識を行う。

4. 結果

それぞれ3つずつの測定値を用いて、3パターンの状態認識を行った。図3, 4, 5は、3パターンから1つずつ抜粋したグラフで、各グラフにおいて、源信号(上図)と、整流し、積分、正規化したグラフ(下図)である。セクション3で述べた、何もしない状態を平常状態、アルミを引っかいた音を聞かせた時の状態を被験者にとって聴覚的に不快な状態、足つぼの板の上に立ってもらい、重さかけた状態を被験者にとって身体的に不快な状態とした。3種類のデータを入力し、状態に対応付けた教師信号を加えて学習を行い、バックプロパゲーション (BP 法) と筋電位を用いて状態認識を行った。結果として、それぞれの入力に対して状態を判断することができた。

5. まとめ

状態を認識する為に筋電位を用いたが、実際に開発する際は、喉の振動には振動計を用いる予定だが、その際の状態認識も今回の研究と同じ手順で認識することが出来ると思われる。今回はオフラインでの学習を行い、状態を認識させたが、この研究の目的でもある自律適応型マッサージチェアの開発の為に、オフラインで学習させた後、マッサージをしながらオンラインで使用者の状態を計測し、認識しなくてはならない。今後の課題として、オンラインでも同じように動作するシステムに拡張していく予定である。

6. 謝辞

本研究の一部は、IPA「未踏ユースソフトウェア創造事業 (未踏ユース)」の採択案件、“自律適応型マッサージチェアの開発 「ほぐし屋 筋さん」として行い、IPA から開発補助を受けています。

7. 参考文献

- 1) 坂和正敏・田中雅博:「ニューロコンピューティング入門」, 森北出版, 1997
- 2) 秋月影雄・松山泰男・吉江修:「c言語/デジタル信号処理」, 培風館, 1989
- 3) 木下真男・高宮清之:「筋電図の読み方」, 新興医学出版社, 1998

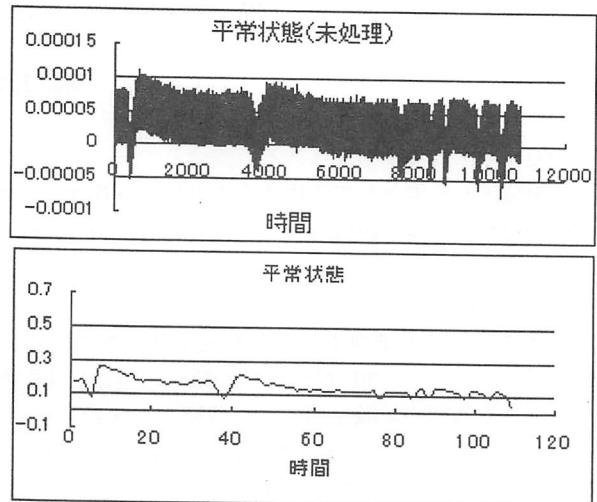


図3. 平常状態

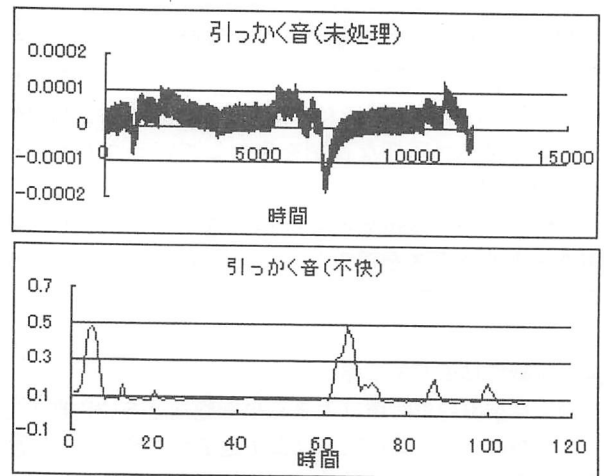


図4. 聴覚的に不快な状態

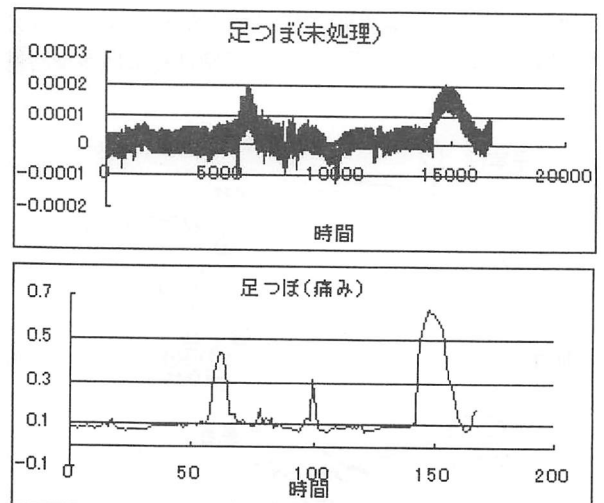


図5. 身体的に不快な状態