

K-27

無発声音声認識のための指輪型電極の提案 Finger Ring Type Electrodes for Unvoiced Speech Recognition

真鍋 宏幸† 平岩 明† 杉村 利明†
Hiroyuki Manabe Akira Hiraiwa Toshiaki Sugimura

1. まえがき

近年、筋電信号をインタフェースとして用いる試みが行われてきている。筋電信号 (Electromyography ; EMG) を測定するためには、皮膚表面に電極を貼付する必要がある。そのために電極をテープで固定する方法や、また粘着性を持った使い捨て電極を利用する方法などがある。しかしインタフェースとして EMG を用いる場合に、それらの方法を用いることは非常に大きな問題となるのではないかと考えた。そこで本研究では EMG を測定する際に、テープで固定したり、使い捨て電極を用いたりすることなく、汎用的に用いることができる電極の固定方法について提案を行う。さらに本提案を、すでに提案している無発声音声認識 [1] に適用することで、その有効性を確認した。

2. 背景

EMG は筋細胞の電位変化であり、皮膚表面に貼付した電極を用いて測定を行う。EMG を測定することにより、筋肉の活動状態を知ることができるため、動作の認識を行うことが可能である。動作の認識という観点から見た場合、ビデオカメラを用いた方法や、データグローブなどを用いる方法があるが、EMG を用いる場合には電極を皮膚に貼付するだけで測定が可能であるという利点がある。そのため小型な測定装置で、動作の認識を行うことが可能であり、携帯電話などの携帯型端末のインタフェースとして用いることができると考えられる。

その点に着目して、EMG から動作を認識し、それをインタフェースとして用いる研究が行われてきている。筆者らは、手首の 2 つの EMG から 10 個の指関節の曲げ角を認識した [2]。また顔の 3 つの EMG から日本語 5 母音の認識を行い、無発声音声認識として提案を行っている [1]。これらの従来研究では、どの筋肉の EMG を測定し、それをどのように認識するのか、という点に主眼が置かれていた。

EMG の測定は小型な測定装置により行うことが可能であるが、電極を皮膚に固定する方法には課題がある。この課題を解決することができれば、EMG を用いたインタフェースがより現実的なものとなると考えられる。そこで本研究では、汎用的に用いることが可能な EMG 測定における電極の固定方法について検討を行うこととした。

3. 電極の固定方法とその問題点

EMG 測定用の電極には湿式電極と乾式電極とが存在するが、インタフェースとして用いる場合には、ペーストなどを必要としない乾式電極が用いられると考えられる。そこで本研究では乾式電極について検討することとする。

筋電信号を測定するためには、電極を皮膚に接触させて

おく必要がある。電極と皮膚との接触状態が変化してしまうとノイズの混入を招くため、電極を皮膚に固定することが必要である。そのための具体的な方法として、電極をテープで押さえつけて固定する方法や、電極と皮膚の間に両面テープを挟み固定する方法、また電極周辺に粘着性を持たせた使い捨て電極を利用する方法、さらにバンド状の電極で対象部位を縛って固定する方法がある。しかしそれらの方法で電極を固定した場合、EMG を用いたインタフェースを実用化するのは困難であると考えられる。テープを用いる場合には、そのインタフェースを利用するごとに、テープを貼らなければならない。使い捨て電極の場合にも同様な問題がある。さらにそのインタフェースを利用し終わった際に、使用済みのテープや使い捨て電極が発生してしまう。またバンド状の電極を用いる場合には、測定部位が限られてしまうという問題が生じる。

このような問題は、EMG が主に医療目的で用いられてきていることが原因であると考えられる。つまり、医療目的であれば、第一に常に一定の条件下での測定が求められるため、電極貼付の手間や使用済みのテープの問題、また測定部位が限定されることの問題は、それほど大きな問題とはならない。現在市販されている EMG 用電極は医療用が主であるため、EMG をインタフェースとして用いる場合においても、医療用の電極を用いなければならなかった。しかし EMG を用いたインタフェースを実現させるためには、医療用の電極でなく、より利用しやすい電極が必要であると考えられる。ちなみに [2] においては電極を腕時計に組み込み、その腕時計で腕を縛るにより固定している。この方法は、腕部の EMG を測定するには適していると考えられるが、それ以外の領域を測定することはできない。

4. 提案方式

4.1 提案方式の概要

先述したよう問題点は大きく分けて 2 つである。1 つは電極を固定する際に使い捨て部材 (テープや使い捨て電極) を用いていることであり、もう 1 つは測定部位が限定されることである。この 2 つの問題を解決することが本研究の課題である。そこで本研究では指輪型電極を提案する。

指輪型電極とは、指輪形状の電極であり、指に嵌めることにより測定を行うものである。ここまでであれば、バンド状の電極と変わりはない。しかし重要なことは、バンド状の電極では指と電氣的に接触しているのに対して、指輪

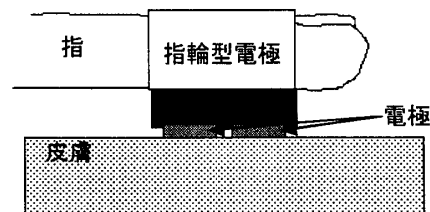


図 1: 指輪型電極の一例

† (株) NTT ドコモ マルチメディア研究所,
NTT DoCoMo, Multimedia Laboratories

型電極は指と電氣的に接触していないことである。さらに指輪型電極では、指輪の外側が電極となっているために、指輪型電極を測定したい任意の領域に押し当てただけで、EMG の測定を行うことが可能となる。提案方式の一例を図1に示す。

4.2 指輪型電極を用いた準備実験

指輪型電極を具体化する前に、指輪型電極を用いた EMG 測定を行った場合に、どのような特徴があるのか確認することとした。そのために現在市販されている乾式の EMG 測定用電極の中から、ノイズの影響を受けにくいアクティブ電極を用いて準備実験を行った。

準備実験は、アクティブ電極を指にテープで固定し、その指を測定領域に押し当てることによって行った。この準備実験の結果、指輪型電極を用いた場合には、以下の特徴があることがわかった。1つ目として、測定領域にテープを貼らないため、皮膚へのダメージが少ない。2つ目として、電極の貼付、取り外しが容易なため、電極貼付位置の調整が非常に簡単である。さらに3つ目として、筋肉の活動に伴う皮膚の動きに柔軟に対応することが可能である。その反面で、貼付可能な電極数に限界があることや、広範な領域に渡る測定には不向きであることも確認した。

なお、今回用いた指輪型電極では指に電極をテープで固定しているが、このことは指輪型電極を固定するためにテープが必要であることを意味しているわけではない。例えば指輪と電極が一体化したものであれば、テープを用いることなく指に固定することが可能である。我々の提案する指輪型電極は、指に電極を嵌め、その指を測定領域に押し当てることにより EMG を測定することが特徴である。そのため指輪型電極をテープで固定して測定を行ったとしても、指輪型電極の有効性を確認することは可能である。

4.3 無発声音声認識への適用

指輪型電極を用いて測定した EMG を、筆者らが提案している無発声音声認識[1]へと適用し、その有効性について検討を行った。無発声音声認識では3つの筋肉(具体的には口輪筋、顎二腹筋、大頬骨筋)からの EMG を測定することにより、音声認識を行う。そのため口輪筋、顎二腹筋、大頬骨筋の3つの筋肉に対して、同時に指輪型電極を押し当てる必要がある。そこで口輪筋には中指に嵌めた指輪型電極を、顎二腹筋には親指を嵌めた電極を、そして大頬骨筋には人差し指に嵌めた電極を押し当てることとした。その様子を図2に示す。

そして指輪型電極を無発声音声認識へと適用し、認識を行った。その認識結果を表1に示す。表1には指輪型電極ではなく、電極をテープで固定した場合の認識結果についても示す。

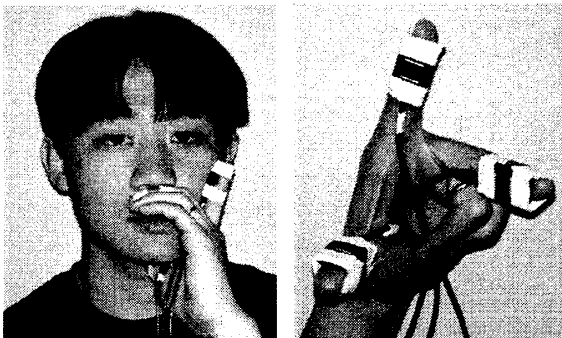


図2: 無発声音声認識へ適用した様子。

表1: 無発声音声認識への適用結果

	relax	/aa/	/ii/	/uu/	/ee/	/oo/	平均
指輪型電極	100	100	100	89	91	99	97
テープで固定	100	100	97	100	91	95	97

表1から、指輪型電極を用いた場合と、電極をテープで固定した場合とでは、ほとんど認識率に差がないことがなく、両者共に高い精度で認識を行うことができていることがわかる。この結果から、指輪型電極の有効性を確認することができた。

5. 考察

無発声音声認識へと適用した結果からは、指輪型電極を用いた場合とテープで固定した場合とでは、あまり差は見られなかった。しかし、実際に実験を行った中で指輪型電極を用いた場合には、テープで固定する場合に比べて大きな利点があると感じた。ここでは、それについて述べる。

一点目として常に良好な接触状態を保つことができることが挙げられる。特に口輪筋については、筋肉の活動に伴い皮膚表面が大きく変形する。この変形に伴って、テープで固定した場合には、測定中にテープが剥がれてくる問題があるのに対して、指輪型電極を用いた場合にはそのような問題は起こらない。そのため常に接触させておくことが可能となり長時間の測定が行えるようになった。二点目として、電極を適した位置へと貼付することができることが挙げられる。テープで固定した場合には、微妙な位置修正が困難であるのに対して、指輪型電極であれば非常に容易に位置修正を行うことができる。そのため最適であると思われる位置へと電極を貼付することが可能である。三点目として、発汗が少ないことが挙げられる。テープで固定した場合には、テープが貼付された領域で発汗があり、それに伴って電極部にも発汗が起こる。そのため電極と皮膚との間に汗が入り込み接触状態が変化する。さらに電極が汗で滑り、ずれやすくなってしまいう問題が生じる。それに対して指輪型電極では、発汗が少なく、上記の問題はあまり生じない。逆に指輪型電極を用いた場合の欠点として、指の力加減によって接触状態が変化してしまうことや、貼付位置がずれてしまいやすいことが挙げられる。

本提案手法では、従来の手法での問題点を解決することが可能であり、さらに上記に述べたような特徴がある。このことから本提案手法は、EMG を測定する際の電極の固定方法として有効な手段であると考えられる。

6. まとめ

EMG を測定する際の電極固定方法に関して、従来手法での問題点を解決する指輪型電極の提案を行った。そして指輪型電極を無発声音声認識に適用し、その有効性を確認した。さらに指輪型電極の有効性について考察を行った。

参考文献

- [1]真鍋, 平岩, 杉村, “筋電信号を用いた無発声音声認識”, インタラクシオン2002論文集, pp.181-182, 2002
- [2]平岩, 内田, 下原, 曾根原, “筋電操作ハンドの制御のための皮膚表面筋電信号のニューラルネットによる認識”, 計測自動制御学会論文集, Vol.30, No.2, pp.216-224, 1994