

聴覚支援のための「音程 → 触覚変換装置」

理数科 2年D組 物理3班

加賀 駿 木内 求道 佐藤 星汰 渋谷 光亮

要 旨

聴覚支援機器の1つとして、音声を周波数ごとに触覚に変換する装置を考案し、製作した。この装置では、オーディオ用の7バンド・スペクトルアナライザ（周波数帯ごとに強弱を表示する装置）の出力を、マイコンによってサーボモーターの角度に変換し、前腕の皮フに触覚として刺激を提示する。単に音の強弱だけでなく、音の高低ごとに刺激を提示することで、聴覚に障害を持つ人でも音楽などを体感しやすくなるのではないかと期待している。

今後の課題としては、

- ①周波数の区分と数はどのくらいが適切なのか探る。
- ②前腕の触覚は分解能が意外と低く、刺激を与える方法と間隔に工夫が必要なこと。等について研究を続けていく予定である。

1. 研究の目的・意義

音程を触覚に変換して、音楽を楽しむ。

耳の聞こえない人に新しい体験をしてもらう。

耳の聞こえない人に音程を知ってもらうことができるかもしれない。



2. 研究テーマを選んだ動機・背景

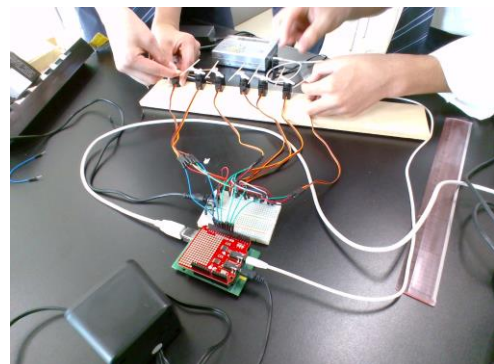
「障害をもつ人をテクノロジーで助けたい」という思いから研究を開始することにした。そのなかでも耳が聞こえない人を助けたいという思いが強かったため聴覚支援を選んだ。

複数の案が出たが、最もわかりやすく実用的であった、

「音程を触覚に変換する装置を作ること」をテーマに決定した。

3. 研究手順

- I 刺激をどこに与えるかを考える。
- II スペクトルアナライザを作る。
- III サーボを使用して装置を作る。
- IV 振動モーターを使用して装置を作る。
- V スピーカーを使用して装置を作る。



I 刺激をどこに与えるかを考える

〈方法〉

被験者を20人程度用意し、目隠しをした状態で様々な箇所に刺激を与える。
確かめるものは、

- ①どのような刺激を与えるのが最適か。
- ②どの箇所なら刺激を感じ取りやすいか。
- ③どの程度の刺激の数なら区別できるか。
- ④刺激を与える部分の間隔はどのくらいが最適か。

〈結果〉

- ①爪楊枝の先で刺激を与えるのが良い。
- ②前腕の皮膚が、表面積・刺激の区別しやすさで最適。
- ③一つの腕にだいたい7個程度ずつなら区別できる。
- ④2cm程度なら区別できる。腕の表面積を考えて2～3cmの間隔にする。



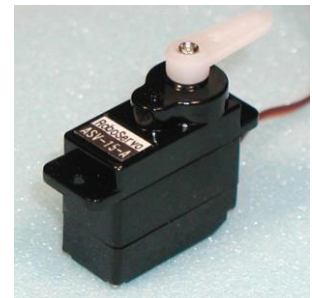
II スペクトルアナライザを作る

〈方法〉

マイコンには、Arduinoを用いた。周波数成分を電圧として出力してくれるMSGQ7Pを搭載したスペクトラムシールドを利用し、その先にLEDを7つ並べたブレッドボードを繋げた。

〈結果〉

音に合わせて音程ごとにLEDを光らせることができた。



III サーボを使用して装置を作る

〈方法〉

- ①スペクトラムシールドの先をサーボにする。
- ②サーボの間隔を2cmと3cmに分けて20人程度の人に試す。

〈結果〉

- ①スペアナと同様、音に合わせてサーボが動いた。爪楊枝の先に腕を置いてみた結果、少し痛かった。
- ②2cmの間隔の方がわかりやすい、と思った人が多かった。

IV 振動モーターを使用して装置を作る

〈方法〉

スペクトラムシールドの先をスマートフォンなどのバイブ音に使用されている振動モーターにする。モーター間隔は1cmにする。

〈結果〉

私たちの判断ではサーボよりも音程が分かりやすかった。1cmの間隔でも音程が分かりやすかった。

V スピーカーを使用して装置を作る

〈方法〉

スピーカーの振動でも音程を感じ取れないかと考え振動モーターをスピーカーに交換して装置を作る。

〈結果〉

スピーカーの振動を大きくするには大きな電流が必要で9Vの四角のアルカリ乾電池が必要。スピーカーに変換して皮膚で感じ取ってみようとしたが、消費電力が大きく、動かなかった。

4. 全体のまとめ

サーボよりモーターのほうが音程を感じ取りやすかった。モーターの間隔はサーボよりも短く、実用性もあると感じた。

5. 課題点と今後の展望

- ・今回は実用性を考えて装置を作っていたため、周波数の区分が限られていたため、音階ごとの音に変換することができなかった。
→音階ごとに動く装置作り
- ・速いテンポの曲にモーターとサーボはついてこれない。
→他のICを利用して速いテンポの曲についてこられるようにする。
- ・障害を持つ人に試せなかった。
→実際に耳の不自由な方に試す。
- ・実験回数が少なかつたため周波数の区分と数はどのくらいが適切なのかを知ることができなかった。
→周波数を一定の値に分けて実験する。
- ・前腕の触覚は分解能が意外と低く、刺激を与える方法と間隔に工夫が必要。
→前腕だけでなく背中や足などでも感覚を味わえる装置作り
- ・スピーカーを使用した装置を完成させることができなかった。
→9V以上の電圧で試すか、スピーカーを変えて装置を作る

6. 引用・参考文献

- ・サウンドグラフィックイコライザーシールド
<http://play-arduino.seesaa.net/article/467688774.html>
- ・高速フーリエ変換 ・LC共振回路
<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E9%AB%98%E9%80%9F%E3%83%95%E3%83%BC%E3%83%AA%E3%82%A8%E5%A4%89%E6%8F%9B>
- ・LC共振回路
<https://ja.wikipedia.org/wiki/LC%E5%9B%9E%E8%B7%AF>
- ・スペクトラムアナライザ 取扱説明書
https://dl.cdn-anritsu.com/ja-jp/test-measurement/files/Manuals/Operation-Manual/MS2665C_67C_68C_W1335AW_opm3_j_7_0.pdf