肢体不自由者用入力デバイスにおけるセンサの計測精度の向上 Accuracy improvement of sensor in input device for limbs paralytic

○道場 浩幸, *手嶋 教之

立命館大学大学院理工学研究科 *立命館大学理工学部ロボティクス学科

Hiroyuki Doba, Dept of Science & Engineering, Graduate School of Ritsumeikan University

*Noriyuki Tejima, Dept. Robotics, Ritsumeikan University

1. はじめに

四肢麻痺者が車いすやパソコンなどを操作する際に、頭の動きは有効な操作手段となる。本研究室では頭の動きを無拘束で測定でき、コンパクトな入力装置の開発を目指している。しかし、以前に試作した超音波センサを用いたイヤリング型入力デバイスでは測定距離に大きな誤差がでていた¹⁾。本報では、その問題点の改善策を考案し、実験を行い、有効性を検討した。

2. イヤリング型入力デバイス

本方式の基本原理は、両耳のイヤリングの位置を測定することにより頭の位置と向きを測定する。イヤリングの位置は、3ヶ所のセンサで受信し、そのセンサ間距離から3次元座標の計算により求めることができる。

距離の測定には、送信器が信号を送信してから受信器が受信するまでの立ち上がり時間 t_1 [ms] を計測し、そこから計算によって測定していた。そこで今回、受信波の強さを考慮する新たな計算式で誤差の減少を考えた。受信波の波形が設定した閾値を超えた時間を反応時間 t_2 [ms] とし、計算式の補正值として取り入れた。音速を s [m/s]、求める距離を L [mm] としたとき、これまでの研究で用いていた式を(1)、 t_2 を補正值として使用した式を(2)に示す。係数 a, b, α が意味するものは、波形データの読み取り誤差、超音波センサ自体の特性、回路遅延などが原因と考えられる誤差の補正である。

$$L = (a \times t_1) \times s + \alpha \quad (1)$$

$$L = (a \times t_1 + b \times t_2) \times s + \alpha \quad (2)$$

3. 実験

送信器、受信器の向きを平行にした1対の超音波センサで実験を行った。信号の強さを固定して計測範囲 50 [mm] から 220 [mm] の間で距離を 5 [mm] 刻みで t_1 と t_2 の値を計測した。しかし、超音波センサ送受信間距離が 100 [mm] 以下の状態では t_2 は非線形的な変化を起こしていた。

そこで 100 [mm] 以下での t_2 の振動原因を受信器周りの超音波の反射と考え、超音波の反射を起きにくくするため、受信器の前に吸音材を設置した。配置図や吸音材の働きを Fig. 1 に示す。実験方法は上記と同様であるが、100 [mm] 以下での振動現象を確認するため、120 [mm] 以下では 0.5 [mm] 刻みで計測する。実験の結果を Fig. 2, 3 に示す。吸音材がない状態の実験結果も同図に示す。

Fig.1 Acoustic material arrangement

Fig.2 Relation between distance and rise time

Fig.3 Relation between distance and reactive time

4. 考察とまとめ

吸音材の設置により超音波の反射を吸収させると、 $t_1 \cdot t_2$ ともに計測範囲においてほぼ線形的な変化をし、安定したデータになった。計測データを用いて式(1)、式(2)の係数を求め、式の結果と実際の距離と比較したとき、式(1)の場合の最大誤差が ± 14.3 [mm] であるのに対し、式(2)の場合の最大誤差は ± 1.9 [mm] となった。

これより1対の超音波距離計測では t_2 を補正值として使用する式でほぼ正確に計測できる。今後、3次元計測において、この計算式が有効であるか検証していく予定である。

<参考文献>

1) 長沢広也, 手嶋教之 : 肢体不自由者のための超音波を用いた入力デバイスの開発, 第2回生活支援工学系学会連合大会講演予稿集, P. 143~144 (2004)