

# 加速度センサと角速度センサを用いた電子ペンにおける筆記形状復元

Reproducing the Trajectories by using Electric Pen with Acceleration Sensor and Gyroscope Sensor

研究学生 齋藤 航 指導教員 江崎 修央

## 1. はじめに

現在、授業において児童側の意見を収集する為に、電子黒板などの授業支援システムが開発されてきている。これらの電子機器への情報入力手段として、電子ペンやペンタブレットなどの入力機器が利用されている。しかし、現状のペン入力機器は専用ペンや専用タブレットが必要であるため、設備投資のコストが高くなるなどの問題点がある。

そこで本研究では、筆記時に得られる加速度情報と角速度情報から筆記文字形状の復元を行うことを目的として、新たな電子ペンを開発することとした。既に「加速度情報を用いた電子ペン」は宮川らが提案しているが[1]、複雑な文字において復元されない場合があるため、実用には至っていない。本稿では、開発する電子ペンの構成と、筆記文字形状の復元方法について述べる。

## 2. 電子ペンの構成

本研究で作製した電子ペンの構成を図1に示す。電子ペンは、加速度・角速度センサ、マイコン、通信ユニットから構成されている。加速度センサとして、3軸の加速度を±2Gの範囲で検出可能な Analog Devices 製 ADXL345 を、角速度センサとして直交する3軸の角速度を±2000°/sの範囲で検出可能な InvenSense 製 ITG-3200 を用いた。これらのセンサからの出力を短距離無線通信である ZigBee を通じてコンピュータへ転送している。それぞれのセンサのサンプリング周期は5msである。

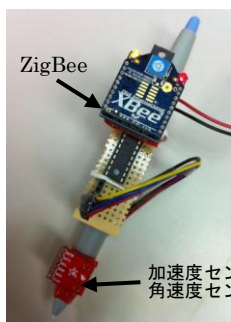


図1 電子ペンの構成

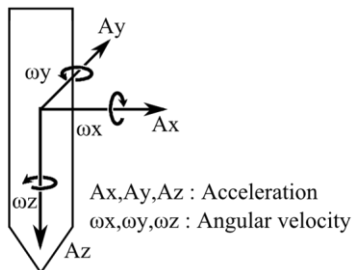


図2 電子ペンの軸方向

また、加速度センサと角速度センサの軸方向は図2の通りに定義した。なお、加速度センサの軸方向については、右方向をX軸の+方向、奥をY軸+, 下をZ軸+とした。

開発する電子ペンは、電子ペンとコンピュータ以外の専用機器を必要としないため、従来の授業スタイルを大きく損ねることなく導入が容易であると考えられる。また無線を用いることで、1台のコンピュータで複数の電子ペンデバイスのデータを収集することも容易に実現可能である。

## 3. 筆記文字形状の復元方法

基本的な筆記形状復元の方法として、筆記時に得られる加速度情報に対し、2回積分を行い、ペンの移動量を得る。このとき、ペンに取り付けた加速度センサの軸と筆記面が直交するとは限らないが、一般的に机などの筆記面は重力加速度方向と直交する。そのため、図3に示すような、重力加速度方向を基準とした仮想平面を求める。

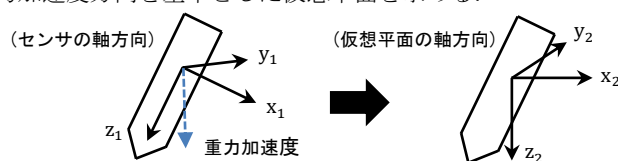


図3 座標変換による仮想平面の作成

仮想平面は(1)式 of 回転行列を用いて座標変換を行うことで求められる。なお、 $\theta$ 、 $\phi$ はそれぞれ $z_1y_1$ 、 $z_1x_1$ 平面上における $z_1$ と重力加速度の成す角度を表す。

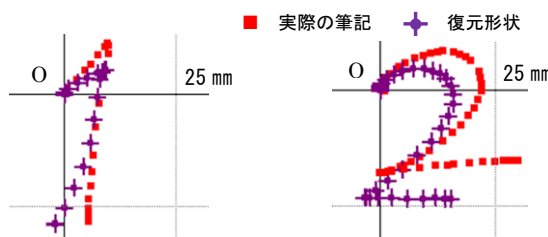
$$\begin{pmatrix} x_2 \\ y_2 \\ z_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \theta & 0 & -\sin \theta \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \theta & 0 & \cos \theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \phi & -\sin \phi \\ 0 & \sin \phi & \cos \phi \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \end{pmatrix} \quad (1)$$

これにより、電子ペンから得られる加速度情報を、筆記平面に対応するXY軸、筆記面に直交するZ軸成分として切り分けて抽出し、文字形状の復元を行う。

また、角速度センサから得られた角速度情報を積分し、角度情報を得ることで、筆記中のペンの角度変化を得ることができる。これを利用し、ペンの回転を打ち消すような回転行列を加速度情報に適用することで、筆記中にペンの傾きが変化しても、座標変換で求めた仮想平面での加速度を得ることが出来る。

## 4. 実験結果とまとめ

作製した電子ペンを用いて WACOM 製ペンタブレットの上で筆記を行った軌跡と復元結果の一例を図4に示す。復元結果は完璧ではないものの、簡単な図形において、筆跡復元が可能であることを確認できた。



(1) 「1」の筆記と復元 (2) 「2」の筆記と復元

図4 筆跡復元の結果

## 参考文献

[1] 宮川透, 米澤義道, 伊藤一典, 橋本昌巳, “筆記具の加速度情報を用いた文字パターンの一再現法”, 信学論(D)-II, Vol.J83-D-II, No.2, pp.671-679, 2000.