

三次元センサを用いた空書文字認識の基礎特性

5V-04

渋谷 昌和 片山 滋友
日本工業大学

1. はじめに

モバイル化の進展に伴い、様々な入力方法が研究されている。筆者らは、三次元位置検出センサ (ISOTRAK II) を用いて空間に手書きした文字を認識する方法を研究している。先に入力した文字を二次元平面上に正規化するデータ処理のアルゴリズムの一端を提案したが^[1]、煩雑さなど幾つか問題点の指摘があった。今回は、多変量解析とアフィン変換を使って二次元化する方法を報告する。

2. 空書手書き文字入力方法

本方式は、手の動きの 3D 座標データを入力できるセンサ 1 個と視点用センサ 1 個、3 個のスイッチで構成されている。スイッチの役割は、1 つは手書き文字のデータ入力用で、ON 時のみデータが入力される。残りの二つはデータ入力の終了確認用で大文字と小文字が区別される。

3. 三次元文字の二次元化アルゴリズム

空間に文字を書き、字面に対応したデータを入力すると、図 1 に示す様に一定の間隔で書き始めの点 P_S から終わりの点 P_E の三次元座標値が得られる。ここで単回帰分析を、説明変数が複数ある場合を考え、目的変数 Z と、二つの説明変数 X, Y という関数関係を考えると式 (1) のような平面の方程式を表すことができる。ここで残差平方和が最小になるように係数を決定しそれぞれ係数で偏微分し、0 とおくと式 (2) が求められ、これが平面の方程式の係数となる。そして、総ての座標点を求めた平面上の垂直投影座標に変換する。ある座標点 $P_0 (x_0, y_0, z_0)$ が、式 (1) で表される平面に垂直に交わる点の座標点 $P_1 (x_1, y_1, z_1)$ は、式 (3) で求められる。

次に始点 P_S が原点になるよう全ての座標点を平行移動させ、平面の方向、角度を求めるため V_A, V_B 点を求める。 V_A 点は原点 P_S からの最大距離点、 V_B 点はヘロンの公式により原点 $P_S - V_A$ 点間 - V_B 点間が最大面積になる座標点とし、 $V_A - V_B$ 点間を単位ベクトル化したのち外積より法線ベクトルを求める。そしてこの法線ベクトルを最短距離で上方向にのびる Z 軸と合わせるように任意軸回転させる。任意軸は、 Z 軸方向の単位ベクトル $Ez (0, 0, 1)$ と平面の法線ベクトルとの外積 $V(V_x, V_y, V_z)$ で求められる。回転角度は Ez と平面の法線ベクトルの内積により求められる。求めた任意軸と角度を用いて全ての座標点及び視点を式 (4) のアフィン変換を行うことにより図 2 のように平面を二次元化することができる。ここで視点が Z 軸に対して負の値になった時は鏡文字となるので全ての Y 座標点に -1 を乗算する。

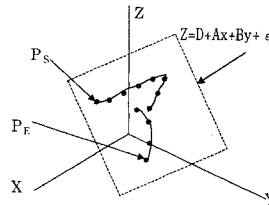


図 1 文字「ア」を空書した時の三次元文字

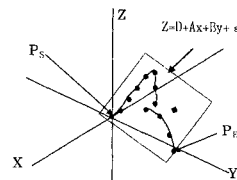


図 2 三次元座標の二次元化

$$z = D + Ax + By + \epsilon \quad (1)$$

$$\begin{bmatrix} D \\ A \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum 1 & \sum x & \sum y \\ \sum x & \sum x^2 & \sum x \times y \\ \sum y & \sum x \times y & \sum y^2 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \sum z \\ \sum x \times z \\ \sum y \times z \end{bmatrix} \quad (2)$$

A study of Space Handwritten Character Recognition using a Three-dimensional Position Detection Sensor Masakazu SHIBUTANI / Shigetomo KATAYAMA Nippon Institute of Technology

$$\begin{cases} x_1 = x_0 - \frac{a(ax_0 + by_0 + cz_0 + d)}{a^2 + b^2 + c^2} \\ y_1 = y_0 - \frac{b(ax_0 + by_0 + cz_0 + d)}{a^2 + b^2 + c^2} \\ z_1 = z_0 - \frac{c(ax_0 + by_0 + cz_0 + d)}{a^2 + b^2 + c^2} \end{cases} \quad (3)$$

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} Vx \times Vx \times (1 - \cos \vartheta) + \cos \vartheta \\ Vx \times Vy \times (1 - \cos \vartheta) + Vz \times z \sin \vartheta \\ Vz \times Vx \times (1 - \cos \vartheta) - Vy \times \sin \vartheta \\ Vx \times Vy \times (1 - \cos \vartheta) - Vz \times \sin \vartheta \\ Vy \times Vz \times (1 - \cos \vartheta) + Vx \times \sin \vartheta \\ Vz \times Vx \times (1 - \cos \vartheta) + Vy \times \sin \vartheta \\ Vy \times Vy \times (1 - \cos \vartheta) + \cos \vartheta \\ Vy \times Vz \times (1 - \cos \vartheta) - Vx \times \sin \vartheta \\ Vy \times Vz \times (1 - \cos \vartheta) + Vx \times \sin \vartheta \\ Vz \times Vz \times (1 - \cos \vartheta) + \cos \vartheta \end{bmatrix} \quad (4)$$

このようにして二次元化された空書文字のデータは、基本的に文字を書く面の方向（位置）の影響を受けない。文字認識には、この二次元化されたデータを用いれば、これまで提案され、実用化された方法がほとんど適用できると考えている。

4. 空書手書き文字入力装置と実験結果

実験に用いた空書文字入力装置は、磁気変換型3Dセンサと3個のスイッチ及びI/Oボードから構成されている、センサの位置精度は2.4mm、データレートは60ポイント/秒、分解能は、0.038mmである。この装置をパソコンに接続し、空書手書き文字の二次元化アルゴリズムの動作確認実験を行った。図3にセンサを手につけた外観を表す。入力方向はセンサに対して前後左右の4箇所、角度は0度、45度、90度の3箇所、速度は被験者の感覚に任せ、2種類の速さで行い全てのパターンにおいて実験した。その結果、文字入力する速度は3Dセンサの仕様によって制限があることが確認できたが、文字サイズの制限は、ゆっくりと的確に書けばほとんど影響を受けないことが確認できた。図4は入力角度、入力領域を変化させて「ア」を書いたものである。



図3 センサを手に取り付けた外観

角度 領域	0度	45度	90度
10×10			
20×20			
30×30			

図4 入力角度及び領域を変化させて文字「ア」を入力した時の二次元化表示結果

5. 文字認識のアルゴリズム

次に、簡単なアルゴリズムで文字認識を行ってみたい。まず、二次元化された座標から特徴点を選出し、各1画から始点、中点、終点の3点を取り出す。次に入力文字の座標を、正規化の基準となる文字（以下標準文字）のサイズに、拡大、縮小させ、入力文字の座標を移動、回転させる。そして、入力文字と標準文字の座標を重ね合わせ、特徴点間の各ポイント同士の距離を計りその総和を求める。以上の処理を、入力された文字と同じ画数の標準文字について行う。そして、特徴点間の距離の総和が最も小さいものを目的の文字とする。その結果「ア」の場合、カタカナの標準文字において文字認識率は100%だった。

6. まとめ

空間に書いた文字を二次元化するアルゴリズムを開発した。本方式は、空書の方向、角度、速度に影響受けずに二次元化できる。二次元化されたデータからこれまで開発されている様々な文字認識方法を用いて文字認識が可能である。これらを確認するための簡単な実験を行った。

参考文献

[1] 洪谷 片山：三次元位置検出センサを用いた空書手書き文字認識の基礎的研究、情報処理学会第61回全国大会 pp137-138、No4、(2002)