

(410) 情報 その他

## 奥行き情報を用いた平仮名空中手書き文字分割手法の評価と ストローク分割手法の提案

### Evaluation of Hiragana Aerial Handwritten Characters Segmentation Method and Proposal of Stroke Segmentation Method

田中 雄大

稲村 天朗

清水 忠明

Yudai Tanaka

Tenro Inamura

Tadaaki Shimizu

鳥取大学 工学部

#### 1 はじめに

近年、人間にとって自然な動作を用いてコンピュータに入力を行う NUI (Natural User Interface) の研究・開発が盛んに行われている。NUI の 1 種である空中手書き文字 (AHC) 入力システムは、拡張現実 (AR) や仮想現実 (VR) においての入力方法として、またウェアラブルデバイスの使用に伴って「直接物に触れることなく入力する」ことが可能な入力インタフェースとして有効であると考えられる。

AHC 入力システムは人間が空中で動かす指の軌跡を入力とする。単語を入力すると、一文字目から最後の文字までつながった一つの軌跡が入力となる。自然な入力を実現する上で、この軌跡を自動分割することは重要な課題である。本研究では、先行研究[1][2]で用いた指の軌跡情報を、平面方向に加えて奥行き方向を活用することで、さらなる文字分割精度向上ができるか検討した。

#### 2 先行研究

先行研究[1]では、センサに Leap Motion を用いて一つの空間領域に文字を重ねて書くシステムを提案している。具体例を図 1 に示す。図 1 中の①～⑦で示した線が AHC 文字を構成する画である、これらを本稿では“ストローク”と呼ぶ。①～⑤は「あ」を構成するストロークであり、⑦は「い」を構成するストロークである。これらを“文字ストローク”と呼ぶ。⑥は「あ」の書き終わりから「い」の書き始めに移動するストロークであり、これを“移動ストローク”と呼ぶ。

先行研究[1]では分割されたストロークが移動ストロークか否かを、Support Vector Machine (SVM) に 5 種類のストロークの特徴を学習させ、移動ストロークを判別することで文字の分割を試みた。先行研究[2]ではさらに 4 種類の特徴を加え、合計 9 種類の特徴

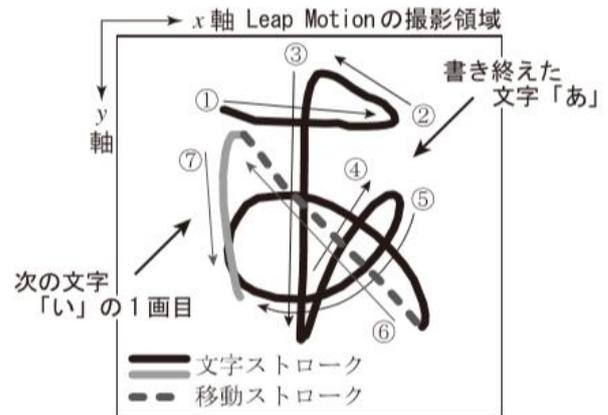


図 1 AHC 入力システム

とした。この 9 種類の特徴から様々に組み合わせて学習させ識別器をつくり、それぞれの性能を比較して移動ストロークの判定に有効な特徴を調べた。その結果、以下の特徴 1 から特徴 6 が移動ストロークの判定に有効であった。

特徴 1 ストロークの始点と終点のなす角  $\theta_1$

特徴 2 ストロークの始点と終点の距離  $L_2$

特徴 3 ストロークの始点と画面の中心のなす角  $\theta_3$

特徴 4 ストロークの終点と画面の中心のなす角  $\theta_4$

特徴 5 次のストロークの始点と終点のなす角  $\theta_5$

特徴 6 前のストロークの始点と終点のなす角  $\theta_6$

#### 3 本研究の目的

本研究では、先行研究[1][2]で用いられなかった奥行き情報から得られる特徴を平面における特徴と組み合わせて移動ストローク判定の精度向上を図るかを検討する。

#### 4 実験方法

2 章で説明した特徴 1 から特徴 6 に加え、以下の特徴 7 から特徴 9 を用いる。なお、本稿では横向き情報を  $x$ 、縦向き情報を  $y$ 、奥行き情報を  $z$  とする。

- 特徴7 ストロークの長さに対するz方向の変化量 $\Delta Z_7$
- 特徴8 ストロークのxz平面での角度 $\theta_8$
- 特徴9 ストロークの始点から終点への仰角 $\theta_9$

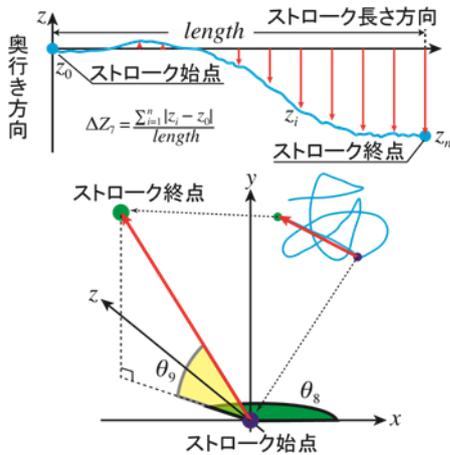


図 2 追加した3次元ストローク情報

特徴 7, 特徴 8, 特徴 9 を図 2 に示す. ここで, 図2の *length* とはストロークの軌跡の長さである.

## 5 評価実験

### 5.1 実験方法

実験に用いる軌跡データは, 初めてシステムを使用する 20 代の男女学生 6 名から収集した. ひらがな 46 種類が 1 度ずつ出現するように 5 文字の単語 8 つと 6 文字の単語 1 つで構成された単語帳を 10 個用意し, その中からランダムに 5 個の単語帳を選び, 入力してもらう. その後, ストロークを手動で分割し, 文字ストロークと移動ストロークにラベリングした後, 学習を行う. 識別器の評価には k-分割交差検定と F 値を用いた. 本研究では k=6 であり, 6 回行われた評価の F 値の平均を性能とする.

先行研究[2]で良い特徴であった特徴 1 から特徴 6 までの特徴の組み合わせから性能の高い組み合わせの識別器を調査し, 性能の高い識別器となった 33 組の組み合わせに対して, 特徴 7, 8, 9, 78, 79, 89, 789 をそれぞれ加えて再度学習させ, 元の 33 組を合わせて合計 264 組の識別器で性能の比較を行った.

### 5.2 実験結果

264 組の識別器のうち, 最も良い性能となったのは特徴 1 から 9 全てを組み合わせたものであった.

図 3 に最もよい性能の識別器と有意差が見られない識別器群の中に, 各 3 次元特徴の組み合わせが含ま

れる割合を示す. 図 3 より, 特徴 789 を組み合わせたすべての識別器が性能の高い識別器群に属していることがわかる.

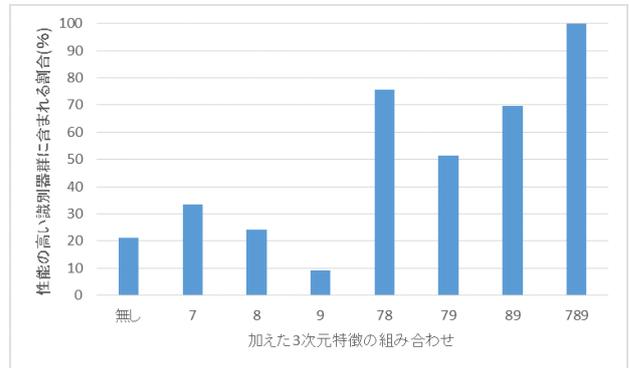


図 3 3次元特徴の組み合わせが性能の高い識別器群に含まれる割合

## 6 今後の課題と実験計画

本研究では, 移動ストロークの判定に軌跡の奥行き情報が有効であることを確かめた. しかし, 奥行き情報を利用することによってストロークの分割の精度を上げることはできなかった.

この点を改善するために, リザーバコンピューティング(RC)を利用したストロークの分割手法を提案する. RC は時系列情報処理に適した機械学習の一種である. 図 4 に示すような RC を用いて軌跡の時刻  $\tau$  後の位置を  $x, y, z$  軸それぞれについて推定し, ストロークの切れ目では推定位置と実際の位置の誤差が大きくなることを利用してストロークの分割ができるか検討する.

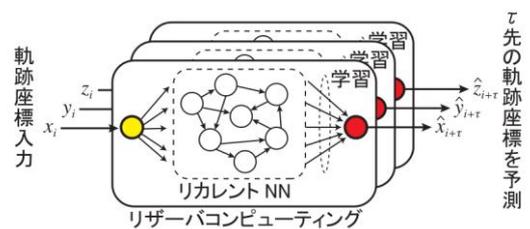


図 4 リザーバコンピューティングを用いた  $\tau$  先の軌跡の位置推定

### 参考文献

- [1] 鈴木慶, 清水忠昭, “入力文字数に制限のない空中手書き文字インタフェイスの開発”, 鳥取大学修士論文(2014)
- [2] 重本賢太朗, 清水忠昭, “空中手書き文字の分割に有効な特徴量の実験的検討”, 鳥取大学大学院修士論文(2016)