非利き手の書字行為における運動解析に関する研究

高島孝太朗*，仰木 裕嗣†，安村 通晃†
慶應義塾大学大学院 政策・メディア研究科*
慶應義塾大学 環境情報学部†

1 はじめに

本研究の目標は，非利き手の書字行為におけるリハビリテーションに対し，学習課題における効率の差を定量的に示すことである．本研究ではそのために，(1) 書字行為の解析手法の提案，(2) 非利き手書字行為における特徴の検討，を行う．

交通事故や半身麻痺などによって利き手が使えなくなった場合，非利き手で日常生活が送れるよう，リハビリテーションに取り組む必要が出てくる．これに対して現場で行われている利き手交換と呼ばれるリハビリテーションプログラムの中で難易度が高いとされ，かつ署名などのように，日常生活においてよく必要とされる書字行為に着目する [1].

2 加速度センサによる解析手法

本研究では書字行為の解析手法として，各部位の傾きの変化を，加速度センサデバイスによって波形情報として取得することを提案する．

解析手法として，先行研究にて運動評価に対して有用性が示されており [2]，被験者負担が少ないと考えられる加速度センサデバイスを用いることにする．デバイスを (1) ペン後端，(2) 手首，(3) 前腕，の合計三つの部位に装着する．これは「自由度の問題」に関する先行研究 [3] を参考にしており，手に取り付けた状態を図 1 に示す.

書字行為において，各部位の傾きを抽出することが必要である．デバイスを装着した状態で実験を行ったところ，加速度情報により，一試行内での各部位における傾きの変化を抽出できることが明らかになった．この例として，縦線を書いたときに得られた波形情報を，図 2 に示す．図にて，ペン部，手首部において被験者の手前方向が正である加速度を表す Xpen，Xwrist が，

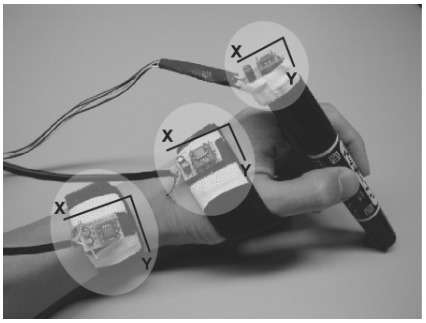


図 1: 左手につけた加速度センサデバイスとその座標系

0.5[sec] から 1.1[sec] 付近で増加している．つまり，ペン部と手首部が同じように傾きながら書字がなされていることが，波形情報から分かる．

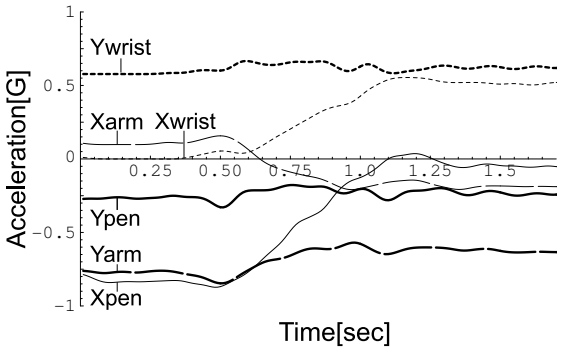


図 2: 取得された波形の一例

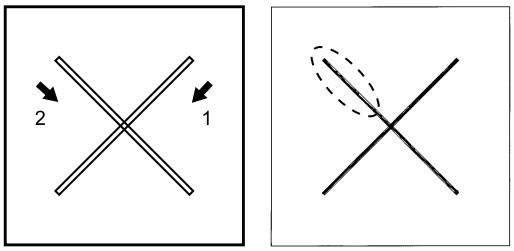
3 非利き手における特徴の検討

本提案手法を利用し，非利き手書字における特徴を見出す.

非利き手の書字行為において問題となると考えられるのは，不連続な動きである．不連続の開始点での動きをポインティングと呼ぶことにする．ポインティングは，図 3(a) のような，記号が二つ以上の部分から構成される場合に起こる．このような記号は平仮名の文字の中でも多いと考えられるため，ここではポインティ

A Study on human movement analysis in handwriting of non-dominant hand
*Graduate School of Media and Governance, Keio University
†Faculty of Environmental Information, Keio University

ングの動作に注目する．



(a)ポインティング動作が求められる記号（図中矢印は書字の開始点、番号は書き順を表す）　(b)筆跡の一例（破線で囲まれた個所は、ポインティングが起こる部分を表す）

図 3: ポインティングが求められる記号の例

ポインティングには，二つ目の部分へペンを移すときのジャンプとその着地（以下では「位置決め」と呼ぶ.）と，ペン先が紙に接地してから，書字がなされるまでの間，あるいは書字がなされる直後に起こる角度変化（以下「角度調整」）という二つの要素から構成されると考えられる.（図 4）

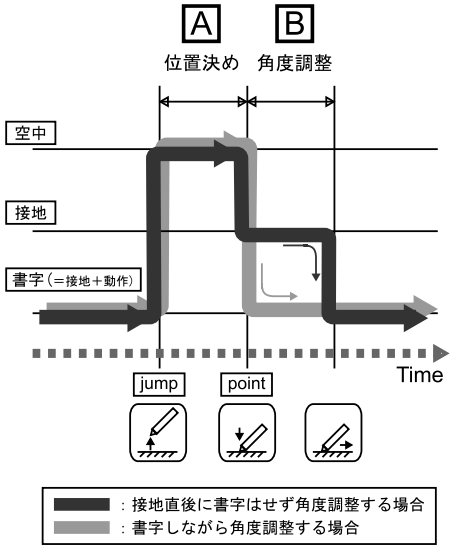


図 4: ポインティングの概念図

実際に，本方式の運動解析手法を，図 3(a) を書字する際に適用してみたところ，図 5 のような結果が得られた．なお，図 3(a) の矢印と番号は，それぞれ書字の開始点と方向，書き順を示している．波形情報では，図 5 中 A は変化が比較的大きい．これは各部位が同時にジャンプし，着地している，つまり「位置決め」していることを表してていると考えられる．また，このとき書かれた記号の筆跡を観察すると，ガイドラインからはみ出していない（図 3(b) に示す．点線で囲む領域が不連続の開始点）．不連続の開始点において大きくはみ出していないのに関わらず，図 5 中 A 後の一定時間，1.35[sec] から 1.72[sec] 付近である図 5 中 B の区間に，加速度の変化があるということは，それが「角度調整」を表していると考えられる．

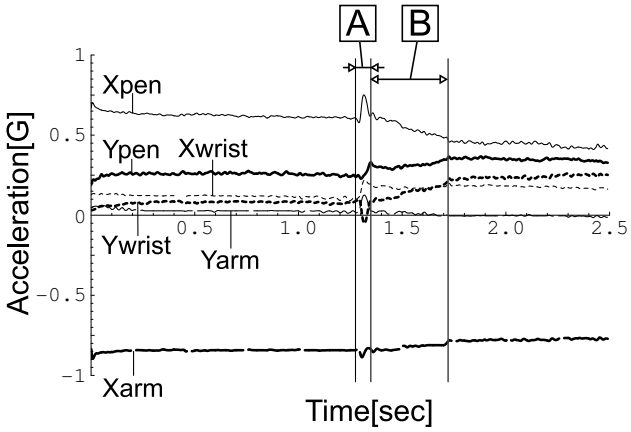


図 5: ポインティング時の波形

以上のことから，本研究で提案した解析手法によって，ポインティングの動作における二つの要素である「位置決め」と「角度調整」をそれぞれ波形情報として抽出できることが分かった．

4　まとめ

本研究では (1) 書字行為の解析手法として，加速度センサ利用の有効性を示した．またこの手法によって，(2) ポインティング動作における位置決め，角度調整という二つの特徴を見出した．今後は本研究を踏まえ，さまざまな記号を書字する際のポインティングの波形を観察し，リハビリテーションにとって有用な，学習効率の高い記号を特定するため，検討を進める予定である．

参考文献

[1] 酒井ひとみ，書字の利き手交換訓練，作業療法ジャーナル，Vol.26, No.5, pp.351-355, 1992.

[2] 仰木裕嗣，市川浩，宮地力，加速度 IC を用いた水泳のストローク技術観察－加速度情報を用いたコーチング の可能性－，日本機械学会スポーツ工学 1999 講演論文集，pp159-163, 1999.

[3] K. M. Newell, R. E. A. van Emmerik, The acquisition of coordination:Preliminary analysis of learning to write, Human Movement Science, Vol.8, pp17-32, 1989.