

磁気を利用した視覚障害者用の 手書き文字入力センサの開発 (第3報) 片手装着型センサ

金沢大学工学部 澤田 茂, 関 啓明, 神谷 好承
足津 正利, 野村 久直, 前川 満良

1. はじめに

視覚障害者がワープロやメールを入力する際、入力デバイスとして点字キーボード、マウス、タッチパネル、ペンとパッド等があるが、非目視下で使いやすいとは言えない。文字を覚えている場合は手書き文字をそのまま入力出来ると便利である。本研究では特に後天的な視覚障害者を対象に、自然な感覚でどこでも携帯して手書き文字の入力が可能なウェアラブルセンサの開発を行っている¹⁾。もちろん、一般のユーザーも使用可能である。磁石や装着方法により多様なセンサが考えられるが、本報告では片手装着型センサについて報告する。

2. 磁気を利用した片手装着型手書き文字入力センサ

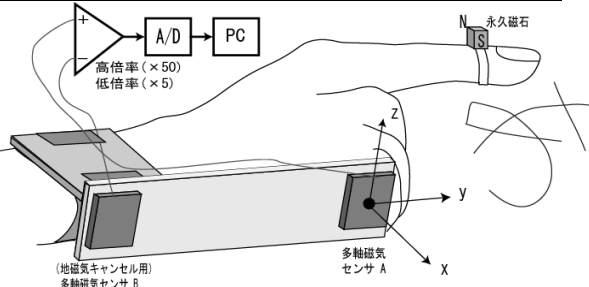


図1. 片手装着型手書き文字入力センサ

図1のように、文字を書く指先に永久磁石を指輪状のもので取り付け、手首付近に2個の3軸高感度磁気抵抗素子を少し離して同じ姿勢で並べる。磁石によってセンサの位置に発生する磁界のベクトルを測定して磁石(指先)の位置を推定する。地磁気の影響は2個のセンサの差をとることでキャンセルする。その後、信号を増幅してPCに取り込む。測定レンジを拡大するため、増幅率は2種類用意する。出力が飽和するまでは感度の良い高倍率の値を採用し、飽和すると低倍率の出力に切り替える。この装置を使って指先で文字を書くと、手首から見た指先の相対運動軌跡が一筆書き状の文字として検出される。腕の運動が入力できないので少し入力づらいが、装着や文字の入力が片手で済むのは便利である。例えば電車で吊革につかまりながらも、かばんを片手に外出の際でも、また布団の中ででもどこにいても手書き文字を手軽に入力できる。永久磁石は電源や配線が不要であるため、指先は小さな磁石の装着だけで、拘束感がない。

3. 磁気による指先の3次元位置の検出原理

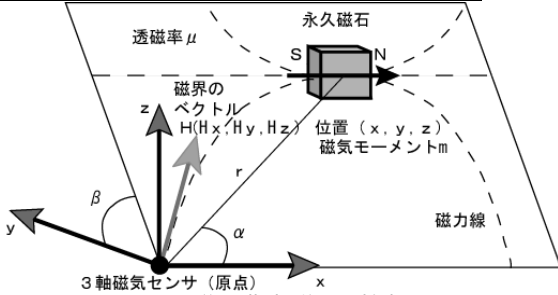


図2. 磁石(指先)位置の検出原理

片手装着型で手書き文字を入力するには筆記面を特定しなくてはならない。そこで指先の3次元位置を検出する必要がある。前提条件として、磁石の姿勢軸は磁気センサのx軸に対して平行で指を動かしても変化しないものとする。まず、図2のように磁石が(x,y,z)の位置にあるときのセンサ原点での磁界ベクトルを表現する。

磁石から磁気センサに向かう磁界の成分 Hr と、磁石の軸とセンサのx軸を含む平面内でそれに垂直な成分 Ht は次式であらわされる

$$r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}, \alpha = \tan^{-1} \sqrt{y^2 + z^2} / x, K = m / 4\pi\mu \quad (1)$$

$$Hr = -2K \cos \alpha / r^3, Ht = K \sin \alpha / r^3 \quad (2)$$

センサ原点での磁界のベクトルを各軸成分で表現すると、

$$Hx = -Hr \cdot \cos \alpha - Ht \cdot \sin \alpha = (K / r^3)(3 \cos^2 \alpha - 1) \quad (3)$$

$$Hy = -Hr \cdot \sin \alpha + Ht \cdot \cos \alpha = (K / r^3)(3 \cos \alpha \sin \alpha) \quad (4)$$

$$Hz = Hyz \cdot \cos \beta, Hx = Hyz \cdot \sin \beta, \beta = \tan^{-1} z / y \quad (5)$$

磁気センサで計測された磁界のベクトル $H = (Hx, Hy, Hz)$ から、磁石位置 (x, y, z) を推定する場合、これらの式を逆に解いて用いればよい。 $\beta = \tan^{-1} Hz / Hy, Hyz = \pm \sqrt{Hy^2 + Hz^2} (Hy > 0$ のとき \oplus) (6)

$$\alpha = \cos^{-1} \pm \sqrt{A} (Hy > 0$$
 のとき \oplus), $r = \sqrt[6]{K^2(3A+1)/(Hx^2 + Hyz^2)} \quad (7)$

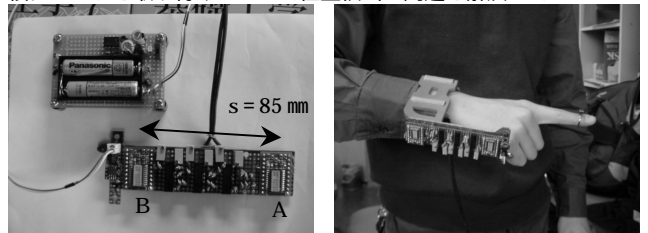
$$A = \left((3Hx^2 + 2Hyz^2) + Hx \sqrt{9Hx^2 + 8Hyz^2} \right) / (6(Hx^2 + Hyz^2)) \quad (8)$$

求めた極座標 (r, α, β) より、磁石の位置は $x = r \cos \alpha, y = r \sin \alpha \cos \beta, z = r \sin \alpha \sin \beta \quad (9)$

尚、磁石が y-z 平面内にある場合 $Hr = Hy = Hz = 0$ となり、 β の値決まらず、磁石の位置が求まらない。そこで、磁石(指先)が y-z 平面を横切らないような位置にセンサをずらして取り付ける必要がある。

4. 試作した装置、及び位置検出実験

実際に図3のように片手装着型文字入力センサの試作を行った。手首の横にセンサを取り付けることで位置検出の問題を解決している。



永久磁石: ネオジウム磁石 (6×6×4.5mm, 3200G)

磁気センサ: Honeywell 製 3軸高感度磁気センサ

HMC2003 (レンジ ±2G, 感度 1V/G, 周波数 <1KHz)

図3. 試作したセンサ

2cmの格子点上に磁石を置いて、3次元指先位置を測定した結果を図4に示す。近距離では誤差が少ないが、遠くなる程大きくずれる。原因として3軸の感度のずれ、磁石の姿勢のずれ、各軸センサ原点のずれ等が考えられる。指先を動かす筆記範囲はおおよそ $x=0 \sim -14$ cm, $y=6 \sim 12$ cm, $z=-12 \sim 15$ cm と考えられ、その中心付近ではかろうじて文字が取得できる程度であり、改善の余地がある。

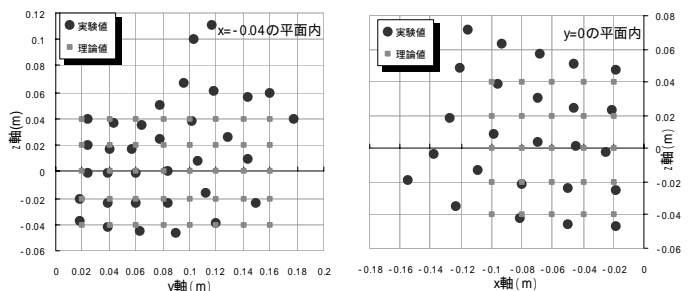


図4. 磁石(指先)位置検出結果

5. まとめ

磁気を利用した片手装着型手書き文字入力センサを提案し、試作を行った。また磁石(指先)位置検出実験により手書き文字を取得できる可能性を示した。

尚、本研究は(財)石川県産業創出支援機構の助成により、北陸先端大をリーダーとする地域産官学連携かさ創造研究開発プロジェクト「視覚障害者のための文字コミュニケーション技術開発」の一部として行われた。

参考文献

- 澤田他:「磁気を利用した視覚障害者用の手書き文字入力センサの開発(第2報 両手型センサ)」, 2002年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集, PP.552(2002)