

K-2 指点字グローブにおける出力装置の入力側に与える影響の検討 Study of influence which vibrating motor gives to acceleration sensor in finger Braille glove

上原 信人† 長嶋 祐二†
Nobuto Uehara Yuji Nagashima

1. はじめに

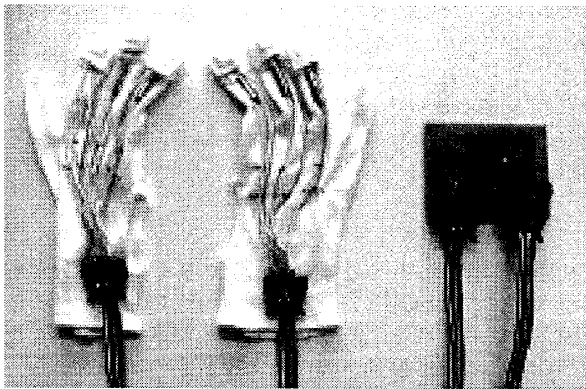
指点字とは視聴覚障害者のコミュニケーション手段のひとつである。指点字では、送信者（話者）が受信者（対話者）の身体の一部を点字タイプライタのキーに見立て、直接叩くことで点字を伝える。指点字は、利便性と会話速度に優れている点から今後普及していくものと考えられるが、指点字用の入出力装置の多くは、机の上などで使用する据え置き型であり、屋外などでの使用を想定したものは無い。そこで筆者らは、常時装着して使用することを想定した手袋型の指点字用入出力端末、「指点字グローブ」の開発を行っている[1]。

指点字グローブは、携帯性を考慮し、入出力装置として加速度センサと振動モータを使用している。通常、指点字は指のみを用いて行うため、制作した指点字グローブにおいても、指のみに入出力装置が集中している。そのため、振動モータの出力が、加速度センサに影響を及ぼしていた。

本報告では、加速度センサから得られるデータを周波数解析し、振動モータの成分と純粋な打点情報のみを分離する方法について検討した結果について述べる。

2. 指点字グローブ

指点字グローブは、グローブ型の入出力装置とその制御装置で構成されている。図1に指点字グローブの外観を示す。



(a) グローブ型入出力装置 (b) 制御装置

図1 指点字グローブ

グローブ型の入出力装置は、手袋の各指に入力用の加速度センサと出力用の小型振動モータを備えた、指点字用の入出力装置である。

指先に取り付けられた加速度センサは、打点時の動きを打点情報として検出するもので、ANALOG DEVICE社の単一モノリシックIC型センサADXL202を用いている。センサ本体は独立した2軸の測定が可能だが、本装置では指先方向への1軸のみを使用し、測定レンジは±2G(1G=9.8m/s²)である。これを500Hz、8bitで標準化する。

指の第2関節付近に取り付けられた振動モータは、振動刺激により打点情報の出力を行う。各指への刺激のオン/オフは振動モータのオン/オフで行う。またPWM制御により、刺激の強さを32段階に変化させることが可能である。標準回転数、振動量は、それぞれ7000rpm、1Gである。

3. 打点検出法

指点字グローブを用いて指点字を行うと、加速度センサから得られるデータは、図2に示す波形となる。実線は直接打点した指（以下は「打指」とする）を、点線は打指に連動して動く打点していない指（以下は「非打指」とする）を表している。

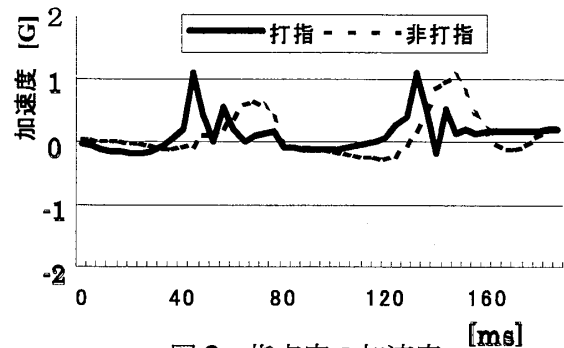


図2 指点字の加速度

打点時に起こる打指や非打指のピークレベルは、手の向き、打点する対象の硬度、指点字の文字、個人の癖などにより変化し、一定ではない。加速度の値をそのまま閾値処理しただけでは、正確な打点検出は不可能である。

打指と非打指の違いは、指の衝突の有無である。打指は、対象に衝突しているため、加速度の変化が激しく、追従する非打指よりもピークが先に現れる。

そこで打点検出には、加速度そのものではなく、加速度が変化した量、加速度の差分値を用いる。差分値を用いることで、手の向きによって変化する加速度センサの直流分の影響を無視することが可能になる。さらに差分値の単位時間辺りの絶対和を用いることで、打点時にピーク周辺で起こる加速度の変化を、相対量で表すことにする。ここで、この単位時間辺りの絶対差分和をDとする。

$$D = \sum_{k=n-3}^{n+2} |a_{k+1} - a_k| \quad (a_n : \text{加速度のピーク値})$$

このDを閾値処理することで、打点に関して93%の検出率を得ることが可能であった。

しかし、振動モータの振動時も含めた場合、検出率は65%となる。この手法は、指の衝突によって起きる加速度の変化量のみを対象にしているため、指同士の接触や、振動モータの振動によって起きる激しい加速度の変化を誤検出する傾向があった。図3に振動時の加速度波形を示す。

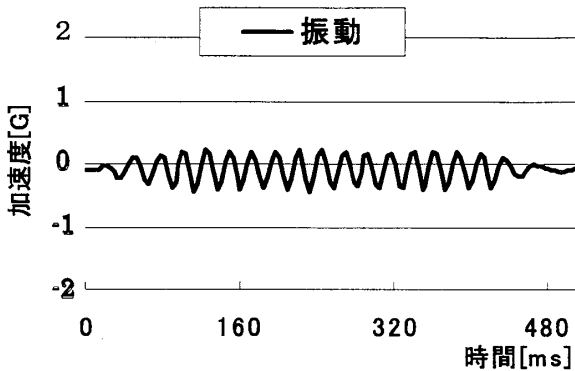


図3 振動時の加速度

振動時の加速度波形は、打点時の値と比較して、ピークレベルや振動周期が出力に比例し、安定している。そのため、周波数成分に偏りがあると考えられる。

そこで、指点字を日常用いている視聴覚障害者の指点字グローブ装着時の打点と、振動モータ出力時の加速度波形を周波数解析した。図4に振動時と打点時、非打点時の周波数振幅特性の一例を示す。

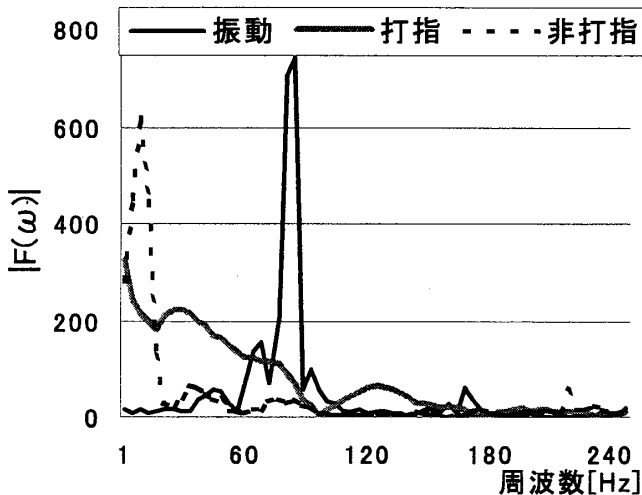


図4 周波数成分

振動時の周波数振幅特性は、最大レベルが約70~90Hz、-6dBまでを周波数帯域とすると約60~90Hzとなる。また、打点時の最大レベルは約3~35Hz、帯域は約3~100Hzであり、右下がりの緩やかなスロープとなっている。非打点時の最大レベルは、約3~11Hzであり、帯域は約4~30Hzである。図5に出力別の振動時と打点時、非打点時の周波数帯域の分布を示す。

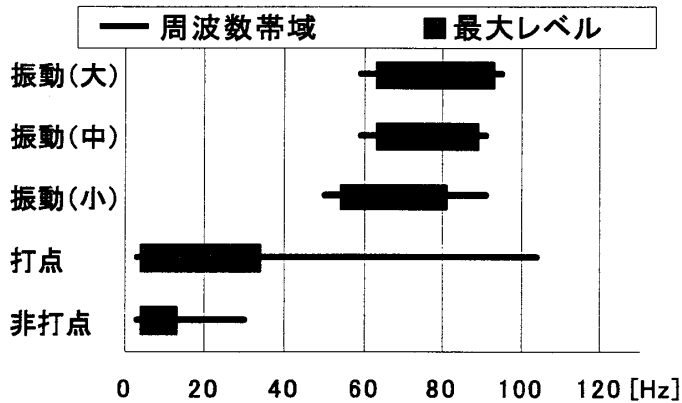


図5 周波数帯域の分布

振動時の周波数帯域は、出力の大きさによらず、狭周波数帯域に集中している。また、打指、非打指共に、低周波帯域でパワースペクトル ($|F(\omega)|$) が最大となる。そこで、カットオフ周波数を50Hzとしたローパスフィルタをかけることで、振動モータの影響を除くことが可能となる。打点時の周波数帯域は50Hz以上を含むが、帯域自体が広く分布し、振幅のレベルは振動時と比較して低いため、振動成分の除去を優先した。

4. 評価実験

4.1 実験方法

ここではフィルタの効果を評価するため指点字グローブを用いた対話のデータを用いて、振動モータの影響除去について調べる。使用するデータは、指点字経験者2名に指点字グローブを装着させ、対話を行った加速度データである。これは、打点や振動が混在したデータである。これをフィルタにかけ、その結果から、従来での打点検出法を用いて打点検出を行い、実際の打点と比較することで評価する。使用するローパスフィルタには、75次のFIRフィルタとHamming窓を用いた。

4.2 実験結果

結果を表1に示す。

表1 結果

	打点数	検出率	振動回数	振動の誤検出率
被験者A	771	86.8%	377	0%
被験者B	583	87.2%	246	0%

振動成分の除去を優先したため、振動時の誤検出は起こらなかった。そのため、打点や振動が混在した場合の打点検出率は向上し、平均して約87%となった。しかし、従来までの方法と比べ、打点のみの打点検出率は低下した。原因として、50Hz以上の成分を除去したため、打指の有効な成分が減り、その分加速度の変化量が減ったためと考えられる。

5. まとめ

加速度センサに与える振動モータの影響を周波数解析し、影響が主に50Hz以上の帯域にあることがわかった。そこで、カットオフ周波数を50Hzとするローパスフィルタを用いることで、打点や振動が混在した指点字のデータから、約87%の検出率で打点のみを検出することが可能であることがわかった。

今回用いたフィルタによる振動成分の除去は有効であるので、今後はフィルタリング後のデータから打点検出を行う方法を検討する必要がある。50Hz以下で、打指と非打指の異なる周波数帯域を用いて、打点検出を行う方法を検討している。

6. 参考文献

- [1] 上原他:指点字用携帯型入出力端末による双方向通信, HIS2000 No.1211, pp.37-40(2000.9)