

ヒューマンインターフェース設計のための誘発電位平均加算回数

加藤 修一、小暮 隆太郎

帝京技術科学大学 情報学部
東京工業専門学校

聴性脳幹反応 (ABR) や準備電位のような、誘発電位の加算回数は理論的にも実験的にも明らかでない。誘発電位の S/N 比を高めるためには、平均加算を上げなければならない、そのために長い処理時間を必要とする。この平均加算回数を大幅に減少させる事は、臨床上有用である例えば、人工義肢の動きにおいて、その人の意思と人工義肢の動きに時間差の短縮が可能となり、意思に従う円滑な運動制御が実現できよう。本研究では、加算回数の減少方法を確立するために再現性の高い、ABR 波形に対して、FFT により波形をパワースペクトルに分析し、必要な周波数成分を抽出するというフィルタリングの手法を用いるとともにこれを準備電位に適用した。

Evoked response and its sweeps
for human interface design

Shuichi Kato, Ryuutarou Kogure
Teikyo University of Technology
2289-23 Ohtani, Uruido, Ichihara, Chiba 290-01, Japan
Tokyo Professional school of Technology
24-5 Sakuramati, Sibuya, Tokyo 150, Japan

It is undetermined how many sweeps of the evoked potential (EP) such as the auditory brainstem response (ABR) and readiness potential, are necessary theoretically and experimentally for high S/N ratio.

If it is possible to reduce the average counts, the EP can be obtained at short time for the average processing, and be more useful for clinical application to the EP controlled artificial limb of which movement may be more smoothing as if free will controls the limb instantaneously. In this study, we considered a new method for decrement of the EP average counts. This is a filtering method which is one of applications of FFT-power spectrum to the ABR and the readiness potential.

1. はじめに

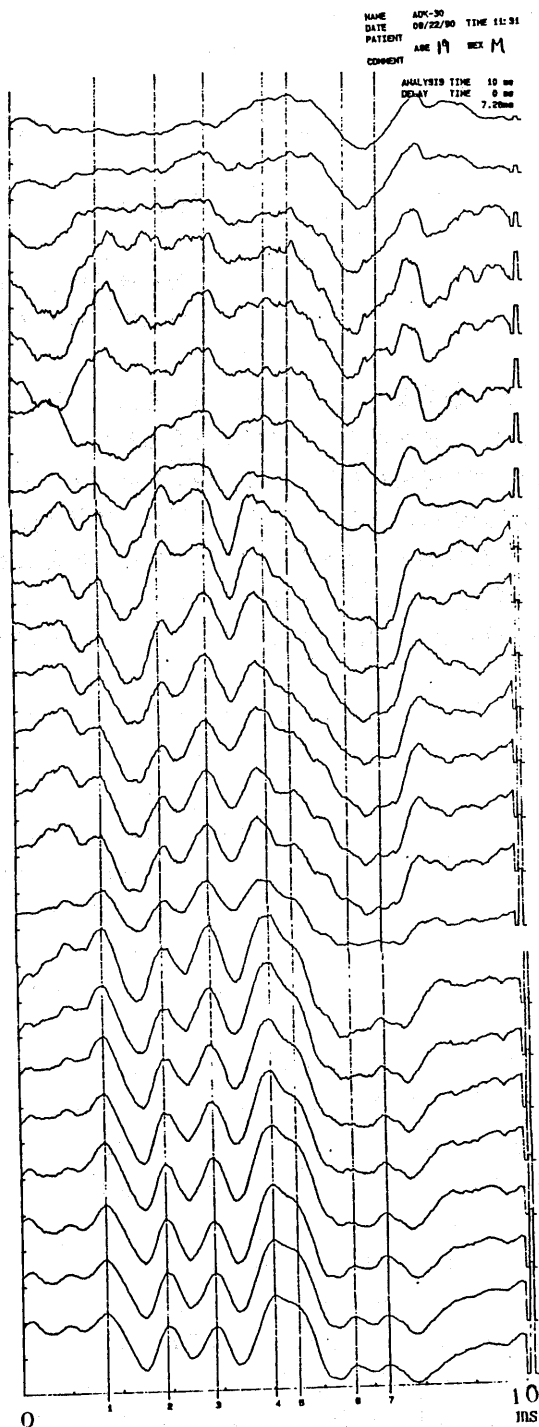
前報につづき今報でも誘発電位での平均加算回数の減少方法の確立を目指した。平均加算回数を減少できれば、計測時間は短縮し、臨床上有用である。例えば、準備電位を利用した人工義肢を使う場合、その人の意思と、人工義肢の動きの時間差が短縮され、意思に従う円滑な運動制御が可能となるからである。

そこで本報では、誘発脳波のなかでも、再現性が良く波形が安定して出現し、記録も容易である聴性脳幹反応（ABR）に対してS/N比を下げることなく平均加算回数を減少する手法を検討し、その手法を準備電位に応用し、より少ない平均加算回数、すなわち、より短時間で波形を検出する手法および実用性について検討を加えた。

2 ABR と加算回数

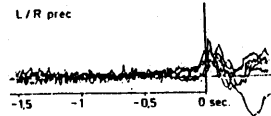
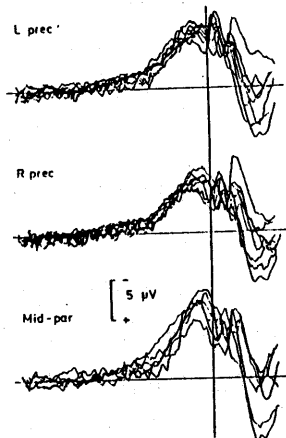
ABR の記録では、刺激音圧や疾患などで異なるが、加算回数は1000~2000 回が一般的である。特別な波形処理を行なうなどの目的によってはそれ以上の加算をすることがある。また日常の臨床で検査で波形の概略を知りたい場合でも、500 回ぐらいの加算が必要である。

右図は、上よりAC=1, 2, 4, 6, 8, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 800, 1000, 1500, 2000



3 準備電位

Kornhuberら(1974)は自由意思の起こす活動に先立って起こる大脳皮質の電位を調べた。すなわち、運動開始からさからって2秒間の電位を運動開始をトリガーとして記録している。図の運動は右人差指の速い伸張である。被験者はこの運動を自由意思で数秒以上の不規則間隔で行なう。頭蓋骨表面上数ヶ所から250回の平均加算をして準備電位を記録した。準備電位は立ち上がりが遅く、単極導出により大脳表面で広く観察できる。頭蓋上の最前基底部では同じような時間経過で陽性小電位が記録できる。準備電位は運動開始800msに発生して、ほぼ90msで正から負への立ちあがりの速い電位と続く。準備電位は神経放電であって、非対称である。運動開始50msで陰性度が出現し始めるが、それまでは準備電位の非対称性は測定できない。準備電位は運動皮質の錐体細胞に投射して、それをシナプス性に興奮させて放電する複雑な神経放電パターンであると考えられる。



指の随意運動の脳波準備電位
(Kornhuber, 1974)

運動開始は0秒であり、これに先行する電位は準備電位である。図は、250回の平均加算。L, prec: 左前中頭 (left precentral), R, prec: 右前中頭 (right precentral), Mid, par: 中央頭頂部 (mid parietal) (111 平均導出) L, R, prec: 左前中頭からの双極導出。

4 実験について

4-1 測定条件

<ABR>

測定装置

日本光電製ニューロパック8

被験者

19~22才健康男女(20人)

刺激方法

両耳刺激

刺激周波数

20Hz

刺激音圧

80db HL

刺激波形

クリク

刺激音幅

0.1 ms

刺激波形の位相

ALTER(+、-交互)

加算回数

1、2、4、6、8、10、20、30、40
50、60、70、80、90、100、200、
300、400、500、600、800、
1000、1500、2000

バンドパスフィルタ帯域 (Hz)

100~1500、0.5~5000

解析時間

10ms

記録部位

頭頂(Cz) 両耳(A1, A2) 前額接地(E)

接触抵抗

5kΩ以下

< 準備電位 >

測定装置

日本光電製ニユロバックフォーミニ

被験者

22才健康男子

刺激方法

収縮する筋腹に一对の表面電極を約3 cm
間隔でおき、随意運動時を行ない、この筋
電図を整流増幅して一定の域値に達した時
点でトリガ信号を出すようにする。

加算回数

1、40

記録部位

頭頂(Cz) 左右運動領野(C3、C4)

両耳(A1, A2) 前額接地(E)

解析時間

2s

バンドパスフィルタ帯域 (Hz)

0.3~50

接触抵抗

5kΩ以下

4-2 実験手法

2000回加算のABRをFFTにより各周波数の電力スペクトルを求め、それらを1本1本(1本の周波数帯域は100 Hzごと)削っていき、IFFTにより波形を再現し、ABR波形の特徴を忠実に表現する場合にどの周波数帯域が最低必要であるかを調べ、これによって得られた最低必要周波数帯域をフィルタとし、これを、40、10、1、のそれぞれの加算回数の波形に適用した。ただし、波形の特徴表現、類似性は2000回加算のABRに対して相互相関関数の値を計算して最適性を計算した、さらにこの方法を準備電位に応用し少ない加算回数でも、波形を検出できる、FFTを利用したフィルタリングを適用した。

5 実験結果

図1・2に示すように、2000回のABR波形より、最低不可欠とおもわれる周波数帯域は、100~399・500~599・900~1099(Hz)となり、これを40・10・1のそれぞれの加算回数に適用した結果がその下の図1-2・1-3・1-4である。図1-2からも分かるように加算回数40回のABR波形では、ピーク潜時、全体的な特徴も再現可能である、また、ピーク潜時だけを検出するのであれば加算回数1回においても可能である。以上の結果をふまえて、この手法を準備電位に適用した結果が図である。図3からも判るように準備電位においては0.5~2.5(Hz)の周波数帯域が最低必要周波数帯域と認められこれをフィルタとして1回加算の準備電位に適応してみると1回の加算でも十分に判別が可能であることが示唆された。

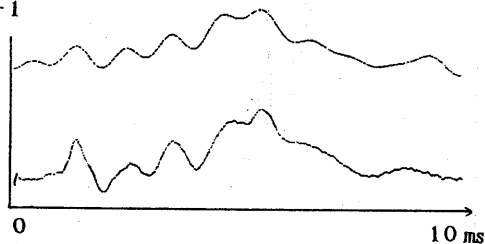
図1

FILENAME 2 => K20000

1745 / 7472

X: 2.83418 Y: -1.19200E-07
Y200 7472 R= 0.05276000

図1-1



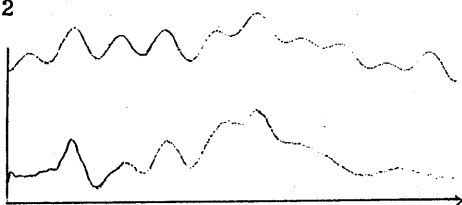
FILENAME 1 => B:FMIC000.Dat

FILENAME 2 => K20000

1745 / 7472

X: 2.83418 Y: -3.51628E-07
Y200 7472 R= 0.35273600

図1-2

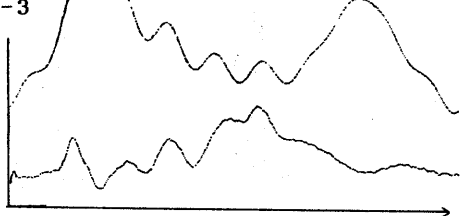


FILENAME 2 => K20000

1745 / 7472

X: 2.83418 Y: 4.76837E-07
Y200 7472 R= 0.25451100

図1-3



FILENAME 1 => B:FMIC000.Dat

FILENAME 2 => K20000

1745 / 7472

X: 2.83418 Y: -1.99735E-05
Y200 7472 R= 0.12732200

図1-4

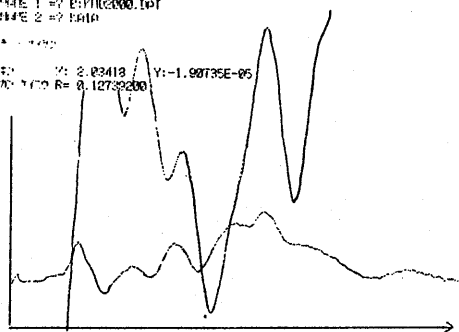


図2

図2-1

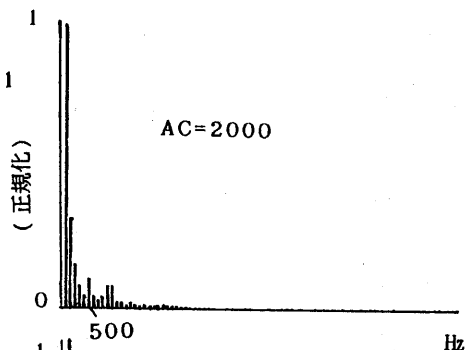


図2-2

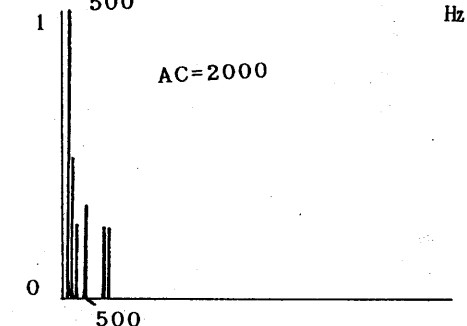


図2-3

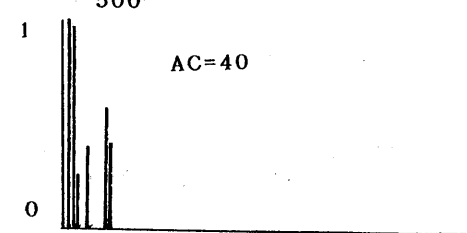


図2-4

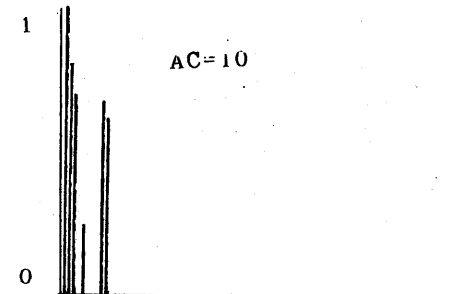
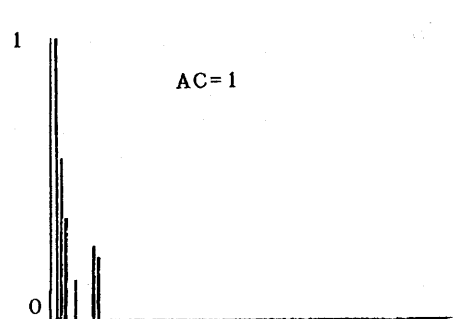
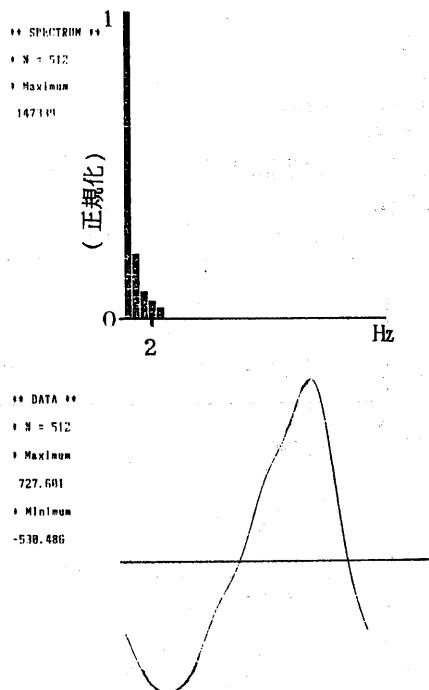
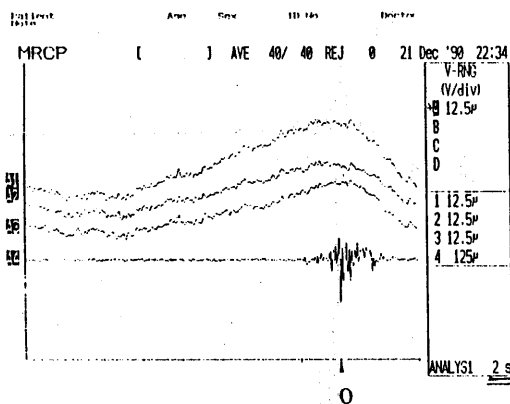


図2-5

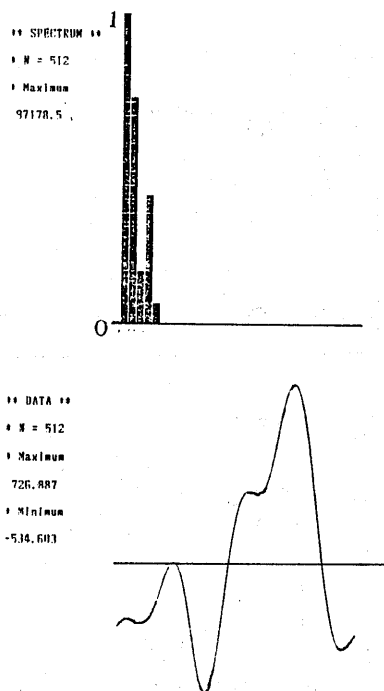
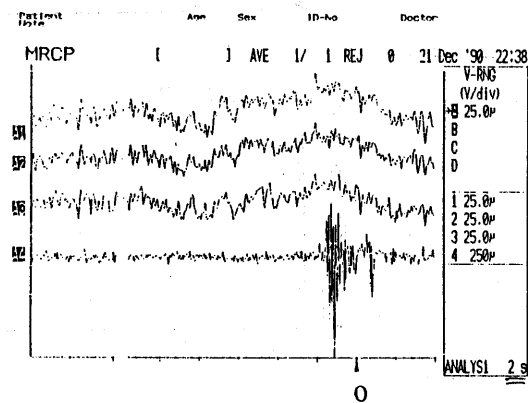


↓ 40回加算DATA



40回加算フィルタ処理DATA→

↓ 1回加算DATA



1回加算フィルタ処理DATA→

6 結論

①ABRでの、必要最低周波数帯域は、100～399・500～599・900～1099(Hz)と認められる。

②準備電位での、必要最低周波数帯域は、0.5～2.5(Hz)と認められる。

③準備電位においては、上記のフィルタを適用すると、1回の加算においても波形検出は可能である。

7 考察

①ABRにおいて、1回加算においては、ピーク検出のみにとどまってしまったので、現在、1回加算においてもABRの波形全体の検出が、可能になるような手法を検討中である。

②準備電位においては、満足のいく結果がえられた。今後は、準備電位の開始する瞬間を検出するために音刺激など何らかの合図に同期して指を動かすなど、準備電位と意思の時間的關係を明らかにすることを検討している。意思が準備電位で反映されるまでの脳内プログラムを解明していくことも今後の課題の一つである。

最後に今回の研究を進めるにあたって多大な助言、助力をしていただいた産能大学の井川信子先生、帝京技術科学大学の中辻康弘君、野中博文君、東京工業専門学校西川明君、神田葉子さん、又ABR、準備電位の測定の被験者をしてくれた人達に心から感謝いたします。

10 参考文献

- ①加藤修一、創造性の生理学、青林出版社、1986
- ②鈴木篤郎、監修他、聴性脳幹反応、メジカルレビュー社、1985
- ③日本光電工業株式会社、ニューロシリーズ
- ④加藤修一、中辻康弘、ABR等電位地図とそ
応用、情報処理学会研究報告、
1990