

ALGORITMOS PARA LA DETECCION DE ARTEFACTOS EN
ELECTROENCEFALOGRAFIA

Enrique Saldívar Salazar Caupolicán Muñoz Gamboa Verónica Medina B.

Universidad Autónoma Metropolitana.- Iztapalapa Departamento de Ingeniería Eléctrica, Área de Ingeniería Biomédica.

RESUMEN

Se presenta un panorama de los diferentes artefactos que se presentan en el registro del electroencefalograma. Se propone un algoritmo computacional, para detectar algunos de estos de manera automatizada, que actúa conjuntamente con un sistema de adquisición y procesamiento de señales electroencefalográficas.

INTRODUCCION.

Los principios de la electroencefalografía se remontan hacia el año de 1875, cuando Richard Caton aplicó electrodos directamente al cerebro de animales de experimentación. De esta manera se detectó por primera vez la serie de corrientes eléctricas que fluyen dentro de las masas encefálicas. Hacia el año de 1913 Prawdycz Neninski hizo los primeros registros gráficos en lugar de utilizar galvanómetros solamente, pero aún con el inconveniente de tener que realizar una trepanación para llegar directamente al cerebro.

En 1929 el psiquiatra Hans Berger logró tomar los primeros trazos con el cráneo intacto, comunicando que existían ondas rítmicas correspondientes a la actividad eléctrica intracraneana.

Aunque los trabajos de Berger no serían reconocidos sino hasta 1934 por el neurólogo inglés Lord Adrian, Berger continuó sus estudios y dio a los ritmos "Berger", como se conocieron, una clasificación

en forma automática, y de esta manera lograr que el sistema actúe de manera paralela e independiente con el médico electroencefalografista.

CLASIFICACION DE LOS ARTEFACTOS.

Existe una gran variedad de clasificaciones de artefactos, de las cuales se pueden mencionar principalmente las siguientes:

La que comprende los originados por electrodos, interferencia fisiológica, interferencia externa y malfunción mecánica (9).

La que incluye los provocados por corriente alterna, artefactos por movimientos de electrodos, los de origen biológico y los provocados por el instrumento de medición (10).

La mayoría de las clasificaciones van dirigidas a los técnicos electroencefalografistas, dando importancia unicamente a determinados artefactos que, para nuestros fines, son irrelevantes. De esta manera, se propone una clasificación de artefactos que nos pueda hacer más fácil plantear las estrategias de detección y eliminación de los mismos.

ESTRATEGIAS DE SOLUCION.

Para poder estructurar la estrategia que se plantea, se divide a los artefactos, en primer término de acuerdo a otras características, diferentes de los fenómenos que les dan origen, clasificándolos de acuerdo a las características comunes que más probablemente podrán hacernos reconocibles como señales espurias.

La clasificación que se propone es la siguiente:

- 1) Artefactos que pueden ser reconocidos por tener una frecuencia diferente a la esperada para una señal electroencefalográfica (0.3 - 30 Hz); por ejemplo, movimientos musculares y sudoración.

3. PATRON ESPACIAL. Este patrón dependerá del montaje electroencefalográfico que estemos estudiando, y se pueden dividir en:

- a) ELECTRODO COMPARTIDO. Este patrón se presenta en los canales diferentes que tienen un electrodo en común (únicamente se presenta en los montajes bipolares).
- b) ARTEFACTOS POR REGIONES. Existen artefactos que se presentan típicamente en una región sin estar originados por movimiento de electrodos, tal es el caso del parpadeo, los movimientos oculares, el movimiento de lengua; etc.

Se propone, para la localización del umbral, la adquisición de 512 puntos de un electroencefalograma, con la supervisión del electroencefalografista para que no exista ningún artefacto en ese trazo. Se procede entonces a localizar los puntos máximo y mínimo de cada canal y fijar de esta manera una ventana particular para cada uno de ellos con la cual se comparan los valores obtenidos en trazos subsiguientes. El siguiente paso es tomar un vector nuevo y asignarle valores de 1 o 0, dependiendo de si el valor adquirido sobrepasó el umbral.

Posteriormente se compara el patrón del sector obtenido con una serie de patrones establecidos con anterioridad, y en caso de coincidir con alguno se procede a contar cuántas veces se repite el mismo patrón. Si el contador excede un valor elegido por el usuario, el trazo se considera como contaminado por un artefacto.

La ventaja que tiene esta estrategia es que se puede decidir sobre la naturaleza de un trazo antes de grabarlo en disco, con la posibilidad de trabajar cercanamente al tiempo real.

CONCLUSIONES.

El desarrollo de un algoritmo como el aquí presentado, tiene las siguientes ventajas:

una pérdida auditiva profunda en la que se presenta una disminución creciente de los umbrales auditivos al aumentar la frecuencia, que se conoce como de extremo izquierdo, está asociada a una lesión de las células ciliadas de la parte externa de la cóclea, en el oído interno.

Otro tipo de pérdida auditiva es el de extremo derecho que consiste en una casi nula respuesta auditiva a los sonidos graves que va mejorando gradualmente con los sonidos agudos. Un caso extremo de este tipo de pérdida auditiva lo constituyen las personas que no responden a los estímulos auditivos en la región del habla (100-3000 Hz), pero cuya audición es muy buena a frecuencias más altas. A estas personas se les llama ultrasónicos y se han diseñado instrumentos especiales (p.ej., Berlin, 1981) para trasladar la información del habla a la región de alta frecuencia en la que pueden oír. Además de las pérdidas planas, de extremo izquierdo y derecho, pueden encontrarse toda una serie de combinaciones de estos tres tipos.

Características y controles internos de los auxiliares auditivos.

Generalmente se piensa en la amplificación como la principal función de un auxiliar auditivo, pero aunque comparten algunas características con los amplificadores de audio, su función va más allá de simplemente proporcionar una cierta ganancia. En primer lugar, la respuesta en frecuencia de los auxiliares no es plana, como en un buen amplificador de audio, sino que es una curva que frecuentemente tiene un pico a 1 kHz y otro entre 2.5 y 4 kHz, disminuyendo a frecuencias en ambos extremos de ese intervalo hasta llegar a una amplificación nula generalmente a frecuencias de más de 8 kHz y de menos de 100 Hz. La razón de que operen en esta banda es que en ella se ubican las componentes más importantes de los sonidos del habla: fundamental y primeros formantes. El control de tono de los auxiliares auditivos permite alterar la forma de la curva de respuesta en la frecuencia para reforzar o disminuir la amplificación relativa de los sonidos graves y agudos (Ayala y col, 1986).

Otra característica importante es su potencia máxima de salida. Aunque el auxiliar auditivo tenga una potencia máxima correspondiente a 137 dB o aún mayor, es conveniente ajustar este control de manera que se tenga un margen de seguridad y se evite dañar la audición residual del usuario. Por lo general se recomienda que este control se fije de manera que no se excedan salidas de 130 dB, región en la que se encuentra el umbral al dolor en la mayoría de las personas.

Para favorecer que las personas con algún tipo de sordera hagan mejor uso de la audición residual, la función de

que es válida hasta nuestros días, que depende del número de ciclos que cada onda inscribe por segundo. Así, desde entonces se conocen como ondas alfa las que tienen de 8 a 13 Hz; ondas beta, que corresponden a frecuencias mayores de 13 Hz; ondas theta, que fluctúan entre los 4 y 8 Hz; y actividad delta, que está por debajo de los 4 Hz (1,2).

Actualmente, en la práctica neurológica el electroencefalograma ha sido uno de los métodos diagnósticos más socorridos y que ha aportado una mayor comprensión de los fenómenos neurofisiológicos. Existen dos modalidades para la toma de datos: la primera y más antigua, en la que el paciente reposa en lo que se toma el estudio, y la segunda, que contiene algunas pruebas de estimulación: hiperventilación, fotoestimulación, sedación, estimulación especial con metrazol o insulina, y finalmente las respuestas evocadas.

El electroencefalograma se utiliza principalmente para el diagnóstico y la valoración de diversos estados patológicos, por ejemplo: epilepsia, tumores cerebrales, abscesos cerebrales, hematomas subdurales, enfermedad cerebrovascular, daño traumático cerebral, enfermedades que provocan coma y estados alterados de la conciencia de algunos otros estados como delirium tremens, enfermedad de Wernicke-Korsakoff y alteraciones debidas a drogas alucinógenas (3,4,5).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente, aunque se han resuelto muchos de los problemas técnicos que presentaba la toma de datos electroencefalográficos sigue existiendo uno, que aunque no es grave en la práctica médica diaria, si se presenta en cualquier intento de automatizar el procedimiento diagnóstico actual: la presencia de artefactos durante la toma del registro. Se conoce con este nombre a todo aquel trazo que aparece durante la toma de un electroencefalograma y que no es de origen cerebral.

Se desea construir un sistema para la adquisición y análisis espectral del electroencefalograma (6, 7, 8). En este trabajo se presenta un panorama de los artefactos más comunes y se propone una clasificación y un algoritmo, para detectar la presencia de artefactos.

- 2) Artefactos que aparecen por el empleo de una mala técnica durante la toma de datos, por ejemplo, cuando se coloca alguno de los electrodos sobre una arteria, o cuando la ubicación del mismo detecta el electrocardiograma del paciente.
- 3) Los que aparecen en grupos simétricos, y que son detectables por la distribución espacial de los mismos.

Algunos de estos artefactos pueden ser resueltos con relativa facilidad. Así, los artefactos cuya frecuencia es diferente a la del electroencefalograma pueden ser eliminados mediante filtrado de cualquier tipo y los que aparecen por defectos en la técnica de toma de datos, no se presentan mediante el empleo de una técnica correcta durante el procedimiento. Los artefactos que realmente son objeto del presente trabajo son los que pueden detectarse por su localización espacial.

PLANTEAMIENTO DEL ALGORITMO

1. **VOLTAJE.** Dado que uno de los parámetros más importantes para detectar un artefacto es que exista un aumento de voltaje en la señal, se observa si la señal se encuentra dentro de un intervalo prefijado. Para fijar el umbral se escoge un trazo arbitrariamente y se localizan los máximos y mínimos de este durante un tiempo establecido con anterioridad.
2. **TIEMPO DE OCURRENCIA.** Este es un parámetro del que depende la precisión del algoritmo. Si se quiere que se eliminen el 100% de los trazos contaminados, a pesar de eliminar algunas inscripciones sin artefactos, este tiempo se deberá reducir hasta donde sea posible (considerando por ejemplo el tiempo de conversión A/D). De lo contrario este tiempo podrá alargarse teniendo el costo de aceptar cada vez más trazos con artefactos.

REFERENCIAS.

1. ASIMOV, ISAAC. INTRODUCCION A LA CIENCIA. PLAZA AND JANES. 1973.
2. SMITH, ANTHONY. LA MENTE. BIBLIOTECA CIENTIFICA SALVAT. 1986.
3. ISSELBACHER, KURT. ADAMS, RAYMOND. BRAUNWALD. EUGENE. PETERSDORF, ROBERT. WILSON, JEAN (ED). HARRISON'S PRINCIPLES OF INTERNAL MEDICINE. Mc GRAW HILL. 1980.
4. HARVEY, A. JOHNS, RICHARD. Mc KUSICK, VICTOR. OWENS, ALBERT. ROSS, RICHARD (ED). THE PRINCIPLES AND PRACTICE OF MEDICINE. SAUNDERS. 1982.
6. GOMEZ, SONIA. AZPIROZ, JOAQUIN. MEDINA, VERONICA. PENSADO, ARMANDO. SANCHEZ, EDGAR. SISTEMA DE ADQUISICION DE SEÑALES BIOMEDICAS. REVISTA MEXICANA DE INGENIERIA BIOMEDICA. 7 (2) 1986.
7. MEDINA, VERONICA. AZPIROZ, JOAQUIN. SALDIVAR, ENRIQUE. ANALISIS ESPECTRAL DEL ELECTROENCEFALOGRAMA. REVISTA MEXICANA DE INGENIERIA BIOMEDICA. 7 (2) 1986.
8. MUÑOZ, CAUPOLICAN. PROCESAMIENTO Y PRESENTACION DE RESULTADOS EN EL ANALISIS AUTOMATICO DEL EEG. REVISTA MEXICANA DE INGENIERIA BIOMEDICA. 7 (2) 1986.
9. CRAIB, ALICE. PERRY, MARGARET. EEG HANDBOOK. BECKMAN INSTRUMENTS INC. 1975.
10. HERNANDEZ PÉNICHE. MANUAL DE TECNICAS EN EEG. FACULTAD DE MEDICINA, UNAM. 1975.

- 1) Interactúa con el usuario dando varias posibilidades de precisión, de manera que puede adaptarse fácilmente a varios casos.
- 2) Trabaja a una velocidad cercana al tiempo real.
- 3) Puede adaptarse a todos los montajes electroencefalográficos.