

GRAFICACION Y "PANNING" RAPIDO DE SEÑALES

J. M. Antelo y O. Báez

Centro Nacional de Investigaciones Científicas, Ciudad de La Habana, Cuba

ABSTRACT. Plotting of electrophysiological signals is a time consuming process which often limits the possibility of using microcomputers for neurophysiological recordings. Two modules were designed and implemented in order to permit fast plotting and panning of signals. By means of these modules graphics are six times faster than with traditional approaches.

RESUMEN. En neurofisiología el exceso de tiempo para la graficación de señales electrofisiológicas constituye una limitante para el empleo de las microcomputadoras. Se diseñaron e instrumentaron dos módulos para graficar y desplazar las señales ("panning") en la pantalla de una microcomputadora. La rapidez lograda en la graficación según el método propuesto en este trabajo, es como promedio 6 veces mayor que con el empleo de herramientas de graficación tradicionales.

INTRODUCCION

La graficación de señales de cualquier procedencia en las computadoras de propósito general tiene dos problemas fundamentales. El primero es que los monitores de la mayor parte de estas computadoras presentan la información de forma digital y no analógica. Esto hace que las señales no aparezcan como un trazo continuo, sino por puntos aislados, lo que implica una pérdida de calidad en la visualización. El segundo problema lo constituye la cantidad de cálculos que deben efectuarse para graficar una señal, aspecto importante a tener en cuenta en los equipos digitales encargados de la recogida de señales donde se requiera de una alta velocidad en el proceso de recogida y graficación.^{1,2}

Atendiendo al segundo problema descrito se ha diseñado un módulo para la graficación rápida de señales en las microcomputadoras tipo IBM (XT, AT) con tarjetas gráficas CGA³ o SIGMA Color 400.⁴

Al efecto de desplazar las señales graficadas en la pantalla de derecha a izquierda o viceversa se le denomina "panning". Efectuarlo de forma rápida para lograr la continuidad en la presentación del registro puede ser también de importancia en la implementación de un equipo.² Con este objetivo también se ha implementado un módulo que permite realizar el "panning" en ambos sentidos de las señales graficadas.

MATERIALES Y METODOS

El proceso que se sigue para la graficación de señales se expone en el caso que se establezcan los convenios siguientes:

- La pantalla gráfica constituye un sistema de coordenadas (x,y) con el origen (0,0) en el extremo superior izquierdo de ella.
- Las señales a graficar simultáneamente son de una misma naturaleza y poseen la misma cantidad de puntos.
- Las señales se graficarán separadas en el eje Y para lograr el mínimo de superposición de puntos. El efecto visual que se quiere lograr es la graficación del primer punto de todas las señales, después el segundo punto de todas las señales, y así sucesivamente de izquierda a derecha hasta graficar todos los puntos.
- La exposición de los pasos a seguir para la graficación se ha realizado utilizando una notación seudo PASCAL.

Se llama "ventana" (V) a la cantidad de puntos en el eje Y de la pantalla gráfica que se reservan para dibujar una señal. Esta cantidad de puntos viene dada por la igualdad siguiente:

$$V := MP / NS$$

donde:

NS es la cantidad de señales a presentar simultáneamente

MP es la cantidad de puntos disponibles en el eje Y para la graficación de estas señales.

La posición donde debe graficarse el valor central o medio de cada señal, llamado vertical (Yo), debe ser calculado de la forma siguiente:

```
Yo[1] := V / 2
for s := 2 to NS do
  Yo[s] := Yo[s-1] + V
```

Mediante esta operación se garantiza que las señales aparezcan equidistantes en la pantalla.

Generalmente el rango de valores que forman las señales es mucho mayor que la cantidad de líneas disponibles para la graficación de ellas. Por tanto es necesario hallar un factor de escala para lograr la graficación de todos los valores de las señales en la ventana definida a ellas, por ejemplo:

$E := V / (\text{máxValor} - \text{mínValor} + 1)$

donde: máxValor y mínValor son el mayor y menor valor posible respectivamente de cualquier señal a graficar y E es el factor de escala calculado. Este factor es el mismo para todas las señales y se calcula una sola vez o siempre que se desee cambiar la amplitud (distancia en puntos pico a pico) de las señales en la pantalla. El aumento del factor de escala implica un aumento en la amplitud de las señales.

Una vez en el proceso de graficación, todo valor proveniente de las señales es multiplicado por el factor de escala para determinar la línea de la pantalla, relativa a la posición del valor central Yo, donde debe ser graficado:

```
for p := 1 to NP do
  for s := 1 to NS do
    L := Yo[s] - Round( Señales[s,p] * E ) (1)
donde: NP es la cantidad de puntos de las señales.
```

Determinada la línea de graficación L, debe calcularse la dirección (byte y bit) dentro de la memoria gráfica donde debe presentarse el punto dado por el valor en señales[s,p]. Este cálculo depende de la resolución de puntos y la distribución de la memoria que posea la tarjeta gráfica instalada en la computadora.

El tiempo que consume graficar los NP puntos de NS señales es:

NP*NS* [t(entero * real) + t(Round) + t(entero - entero) + t(entero * constante) + t(entero / constante) + t(entero + entero) + t(entero mod constante)]	} Yo[s]-Round(Señales[s,p]*E)
cálculo del bit: x mod 8	

cálculo del byte. Suponiendo 640 puntos en el eje X: $L*80 + x/8$, donde x es la abscisa del punto

donde: t es la función de tiempo para cada una de las operaciones aritméticas.

RESULTADOS

Existen varias formas de disminuir el tiempo total de graficación de señales, como puede ser programar en lenguaje ensamblador e implementar una aritmética real de punto fijo para el cálculo de la escala. Haciendo un estudio cuidadoso de todas las operaciones a realizar (eliminando algunas y simplificando otras) se llegó a una implementación adecuada para la presentación de señales en la pantalla con gran rapidez.

Tanto la graficación, como el "panning" han sido programados e insertados en módulos utilizando el lenguaje TURBO-Pascal, el lenguaje ensamblador 8086^{5,6} y el coprocesador aritmético 8087⁶ en los cálculos del valor de escala. A continuación se muestran las interfases de ambos módulos y en la Tabla I los tiempos de graficación y "panning" con diferente cantidad de señales y en 3 modelos de microcomputadoras.

UNIT FastPlot;

INTERFACE

```
procedure InitFastPlot (yMin, yMax
                        integer );
procedure ScaleFastPlot (MinValue,
                        MaxValue : integer;
                        ScaleFactor : real);
procedure PrepFastPlot (N,P,FirstP :
                        integer; Times,Jump : integer;
                        xMin,xMax : integer;
                        var Signals);
procedure FastPlot( Color :integer;
                        var Verticals; var Y );
```

UNIT Panning;

INTERFACE

```
type PanningWay = ( LeftToRight,
                    RightToLeft);
PanningPoints = (P_8,P_16);
procedure Panning (Way : PanningWay;
                    Points :PanningPoints );
```

Los resultados mostrados en la Tabla I se han obtenido utilizando la tarjeta gráfica CGA, las señales son de 640 puntos y el programa de prueba fue hecho en Turbo Pasca! (versión 3.0) que utiliza el coprocesador 8087. La columna GRAFICACION PLOT

significa que la graficación fue hecha siguiendo los pasos explicados en (1) y utilizando el procedimiento PLOT del módulo Graph.P. Los tiempos del "panning" corresponden al desplazamiento de todos los puntos de la pantalla (200), por lo que no dependen del número de señales.

TABLA I
Tiempos de la graficación
y "panning" de señales

Computadora (MHz)	Señales	Graficación Plot Rápida (s)	Panning (s)
LTEL-22 (4.77)	1	0,50	0,14
ACER-910 (10)	1	0,16	0,02
COMPAQ-386 (16)	1	0,10	0,01
LTEL	10	5,30	1,07
ACER	10	1,60	0,23
COMPAQ	10	0,70	0,14
LTEL	24	13,00	2,54
ACER	24	3,80	0,55
COMPAQ	24	1,70	0,33

CONCLUSIONES

La graficación rápida reviste gran importancia si se desea graficar señales provenientes de algún fenómeno que ocurre en tiempo real, como puede ser la recogida de electroencefalograma, donde cada 5 ms es necesaria la graficación en la pantalla de 23 valores registrados.

Se han implementado dos módulos para la graficación y "panning" de señales con los que se logran una gran rapidez en ambas operaciones.

BIBLIOGRAFIA

1. Martín V., De la Cantera J.L., Báez O., Fernández N., Peralta J.E., Sánchez M. Carballo J.A. Revista CENIC, Ciencias Biológicas, 1988.
2. Electroencefalógrafo Digital, Manual del Usuario, versión 1.2, 1988.
3. IBM Technical Reference Manual, 1986.
4. Color 400 High Resolution Color/ Graphics Card, Installation & Software Technical Reference, version 2.51, 1986.
5. Rector R. and Alexy G. The 8086 book. Osborne/McGraw-Hill, 1980.
6. IAPX 86, 88, 186 and 188 User's Manual, 1986.

SONDA CARDIACA NUCLEAR SCN

Sistema computarizado de detección de radiaciones gamma, diseñado para estudiar la función mecánica del corazón. Se basa en la administración endovenosa de un radio trazador y en el registro de la radioactividad cardíaca, sincronizada con la señal EKG.

Permite determinar:

- Histograma de los intervalos RR
- Curva de volumen ventricular en un ciclo promedio
- Fracción de eycción del ventrículo izquierdo
- Velocidad de relajación del ventrículo izquierdo
- Intervalo sistólico
- Volumen sistólico
- Volumen telediastólico
- Gasto cardíaco
- Tránsito del radiotrazador en la circulación central

Se utiliza principalmente en la valoración diagnóstica, pronóstico y seguimiento evolutivo de pacientes con cardiopatía isquémica, miocardiopatías y cualquier otra afección del corazón; en la detección e identificación de algunas malformaciones congénitas cardíacas; en la valoración de intervenciones farmacológicas o de

otro tipo sobre la función del corazón y en el monitoreo de la función mecánica del ventrículo izquierdo en pacientes ingresados en salas de cuidados intensivos.

Como radiotrazador utiliza ^{99m}Tc o ^{113m}In .

DATOS TECNICOS

Detector de $\text{INa}-(\text{TL})$ de (30 X 25) mm y fotomultiplicador EKG independiente

Microcomputadora personal LTEL

Monitor a color

Impresora de papel

Sistema electrónico asociado

Paquete de programas de fácil utilización

Brazo ajustable para el detector nuclear

Mesa integral de fácil manipulación que permite trasladar la SCN-1 a cualquier lugar

Alimentación: 110 V/CA, 60 Hz (opción 220 V/ CA)

PRODUCIDO Y EXPORTADO POR:
PRODUCED AND EXPORTED BY:



Centro Nacional de Investigaciones Científicas

Avenida 25 y calle 158, Cubanacán, Playa
Apartados Postales 6880 y 6990
Ciudad de La Habana, Cuba
Teléfono: 21 8066
Télex: 51 1582 CNIC CU