



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”
Multidisciplinario
10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México
ISBN: 978-607-95635

Comparativo del Análisis en el dominio de la frecuencia versus el dominio del tiempo de una señal en el espectro ultravioleta para la detección de virus del papiloma de alto riesgo en muestras de ADN

Autores: Ing. Juan Andrés Díaz García¹

Dr. Jesús Celis Porras¹

M.C. Marcela Coria²

Correo electrónico: andiaz11@hotmail.com

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE DURANGO

¹ Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Instituto Tecnológico de Durango

² Instituto de Investigación Científica, Universidad Juárez del Estado de Durango

1 | *“Congreso Internacional de Investigación e Innovación 2014” Multidisciplinario, 10 y 11 de abril de 2014. México*



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

Comparativo del Análisis en el dominio de la frecuencia versus el dominio del tiempo de una señal en el espectro ultravioleta para la detección de virus del papiloma de alto riesgo en muestras de ADN

Resumen

En muchas ocasiones al analizar una señal para extraer características nos encontramos con el problema de que la señal convencional con la que se trabaja está en el dominio del tiempo y no contiene suficiente información para su análisis. Esta investigación se enfoca en el análisis de una base de datos de señales obtenidas de un grupo de pacientes portadores de virus del papiloma humano y un grupo de pacientes de control. Se demuestra como el análisis de una señal en el dominio de la frecuencia contiene más información descriptiva que una señal en el dominio del tiempo. El método que se utiliza para obtener la señal en el dominio de la frecuencia es por medio de la transformada rápida de Fourier.

I. Introducción

Métodos de detección del Virus del papiloma Humano

Estudios recientes indican que la citología de Papanicolaou no es un método adecuado para detectar el HPV, ya que los coilocitos y los disqueratocitos observados son marcadores específicos de las infecciones floridas, por lo que esta técnica no logra detectar la mayoría de las infecciones por HPV. La exactitud de la prueba de Papanicolaou está limitada por falsos negativos, donde el 60% se debe



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

a una muestra insuficiente, y un 40% al realizar la lectura, logrando una precisión de apenas 15% en la detección de infección por HPV.

Por su parte, el examen colposcópico tiene una alta sensibilidad pero una baja especificidad, además de que lleva a la toma de biopsias innecesarias. El estándar ideal para un diagnóstico definitivo de cáncer es la biopsia seguida de histología, no obstante, tiene la desventaja de que requiere de un experto que interprete la información microscópica–histopatológica obtenida, y esto conlleva un margen de error humano.

Señal continua

Una **señal continua** o **señal en el tiempo-continuo** es una señal que puede expresarse como una función cuyo dominio se encuentra en el conjunto de los números reales, y normalmente es el tiempo. La función del tiempo no tiene que ser necesariamente una función continua.

La señal es definida sobre un dominio que puede ser o no finito, sobre el cual a cada posible valor del dominio le corresponde un único valor de la señal. La continuidad de la variable del tiempo implica que el valor de la señal puede precisarse para cualquier punto arbitrario del tiempo perteneciente al dominio.

Transformada rápida de Fourier

FFT es la abreviatura usual (del inglés **Fast Fourier Transform**) de un eficiente algoritmo que permite calcular la transformada de Fourier discreta (DFT) y su inversa. La FFT es de gran importancia en una amplia variedad de aplicaciones,



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

desde el tratamiento digital de señales y filtrado digital en general a la resolución de ecuaciones en derivadas parciales o los algoritmos de multiplicación rápida de grandes enteros. El algoritmo pone algunas limitaciones en la señal y en el espectro resultante. Por ejemplo: la señal de la que se tomaron muestras y que se va a transformar debe consistir de un número de muestras igual a una potencia de dos. La mayoría de los analizadores TRF permiten la transformación de 512, 1024, 2048 o 4096 muestras. El rango de frecuencias cubierto por el análisis TRF depende de la cantidad de muestras recogidas y de la proporción de muestreo.

Dominio de la frecuencia

El **dominio de la frecuencia** es un término usado para describir el análisis de funciones matemáticas o señales o movimiento periódico respecto a su frecuencia.

Un gráfico del dominio temporal muestra la evolución de una señal en el tiempo, mientras que un gráfico de frecuencia muestra las componentes de la señal según la frecuencia en la que oscilan dentro de un rango determinado. Una representación de frecuencia incluye también la información sobre el desplazamiento de fase que debe ser aplicado a cada frecuencia para poder recombinar las componentes de frecuencias y poder recuperar de nuevo la señal original.

El dominio de la frecuencia está relacionado con las series de Fourier, las cuales permiten descomponer una señal periódica en un número finito o infinito de frecuencias.

El dominio de la frecuencia, en caso de señales no periódicas, está directamente relacionado con la Transformada de Fourier.



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”
Multidisciplinario
10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México
ISBN: 978-607-95635

II. Metodología

Haciendo uso de un dispositivo electrónico para capturar señales de pacientes portadores del Virus del Papiloma Humano (VPH) y pacientes libres del virus se logró hacer una base de datos de 109 pacientes utilizando muestras de exudado vaginal o Papanicolaou, a estas muestras se aplica luz ultravioleta en el rango UVA y se captura la señal utilizando una interface en Labview, la cual muestra la señal y genera un archivo en Excel con la información de la muestra.

Las señales capturadas se presentan en el dominio del tiempo con 229 puntos, el siguiente paso es utilizar el software Matlab para aplicar un método estadístico no paramétrico llamado “Kruskal Wallis” con el fin de obtener los puntos característicos de la señal, es decir los puntos que contienen información para lograr la distinción de las señales de un paciente portador del virus y uno sano. Después de aplicar el “Kruskal Wallis” se obtienen 12 puntos característicos, es decir se discriminaron 217 puntos que no contenían información útil.

Para el análisis de las señales en el dominio de la frecuencia se utiliza la misma base de datos de los 109 pacientes, sin embargo hay que convertir estas señales al dominio de la frecuencia antes de aplicar el método estadístico “Kruskal Wallis”. Utilizando el software Matlab se aplica la transformada rápida de Fourier con 1024 puntos para de esta manera lograr hacer más descriptiva la señal, después de aplicar el método Kruskal Wallis a las señales que previamente se habían transformado al dominio de la frecuencia se obtuvieron 19 frecuencias que contienen información útil para lograr distinguir a los pacientes portadores del virus de los pacientes sanos.



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”
 Multidisciplinario
 10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México
 ISBN: 978-607-95635

Para realizar el diagnóstico se crean dos redes neuronales de reconocimiento de patrones y se entrena cada una con las frecuencias características obtenidas en el dominio del tiempo y en el dominio de la frecuencia respectivamente.

III. Resultados

Los resultados obtenidos al crear la red neuronal en base a datos en el dominio del tiempo fue un diagnóstico de presencia del virus del papiloma humano con sensibilidad del 90.9% (figura 1). En cambio al entrenar la red neuronal con las frecuencias características de la base de datos en el dominio de la frecuencia se obtuvo una sensibilidad del 92.3%.

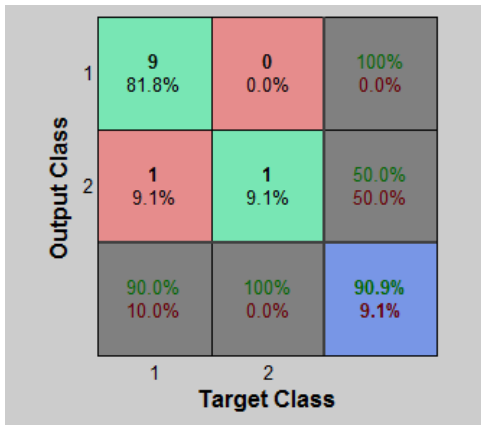


Figura 1 Matriz de confusión de red neuronal en el dominio del tiempo



Figura 2 Matriz de confusión de red neuronal en el dominio de la frecuencia



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

IV. Conclusiones

Procesar las señales mediante la transformada rápida de Fourier para obtener las señales en el dominio de la frecuencia nos ayuda a obtener una mayor cantidad de datos para lograr explicar mejor el problema que se está resolviendo

V. Bibliografía

Revista de Posgrado de la VIa Cátedra de Medicina - N° 141 – Dr. Pablo Marcos

Brillard Pocard, Dr. Ariel Braverman - Enero 2005,

Matlab para ingenieros, Holly Moore, Editorial Prentice Hall

Detección de cáncer por medio del fenómeno de fluorescencia

Dr. en Ing. José Manuel de la Rosa Vázquez ESIME