

ANÁLISIS Y CARACTERIZACIÓN DE SERIES TEMPORALES CON DINÁMICA CAÓTICA

Asesor: Dr. José Salomé Murguía Ibarra,
ondeleto@uaslp.mx,

Co-Asesor: Dr. Haret Rosu
hcr@ipicyt.edu.mx

MOTIVACIÓN

La presente propuesta de tesis conforma una parte importante del trabajo de investigación y colaboración que se ha venido desarrollando en los recientes años con investigadores del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT), en el área de procesamiento de señales que presentan diferente tipo de singularidades. En particular, se han analizado y caracterizado series temporales (ST) provenientes de circuitos electrónicos con dinámica caótica, de señales de fermentaciones, de autómatas celulares y de ciertos modelos matemáticos [1, 2, 3, 4, 5]. Lo anterior se debe a que muchos fenómenos físicos presentan diferente tipo de comportamiento y que la información de tales fenómenos puede ser representada mediante series temporales (ST). Se ha observado que las ST generadas por sistemas complejos exhiben en un rango amplio de escalas de tiempo diferentes tipos de dinámica y en muchas ocasiones el comportamiento de tales fenómenos obedecen ciertas leyes de escala, las cuales nos permiten caracterizar la información mediante sus exponentes de escala. La información obtenida anteriormente la podemos considerar como “huellas digitales” características de ciertos sistemas y así poder realizar una comparación con otros sistemas y modelos. De hecho, un comportamiento de escala fractal se ha observado en muchas ST provenientes de la física experimental, la geofísica, la medicina, fisiología, e incluso las ciencias sociales [6]. Aunque las causas subyacentes de tal comportamiento observado no se conocen en detalle, la caracterización fractal o multifractal nos permite utilizarla para la generación sintética de información, modelar ST, así como la predicción de eventos extremos o comportamiento futuro. A pesar de que en la actualidad se cuenta con un gran número de herramientas para caracterizar o analizar la información proveniente de ST, el problema al que nos enfrentamos en muchas ocasiones para analizar tales ST, es el de poder decidir que método o estrategia es el adecuado. De ahí que resulta de primordial importancia contar con una herramienta o método que nos permita poder determinar características importantes de las ST correspondientes de manera adecuada, flexible, apropiada y pertinente. Una herramienta que ha resultado efectiva para analizar diferentes tipos de señales de carácter irregular y no-estacionario, es la transformada wavelet (TW) [7], la cual viene a complementar a la transformada de Fourier. La TW se ha desarrollado para estudiar una clase grande de fenómenos tales como procesado de imágenes, compresión de datos, caos, fractales, entre otros [8]. Por tanto, la TW se convierte en una técnica útil en el análisis de diferentes clases de señales.

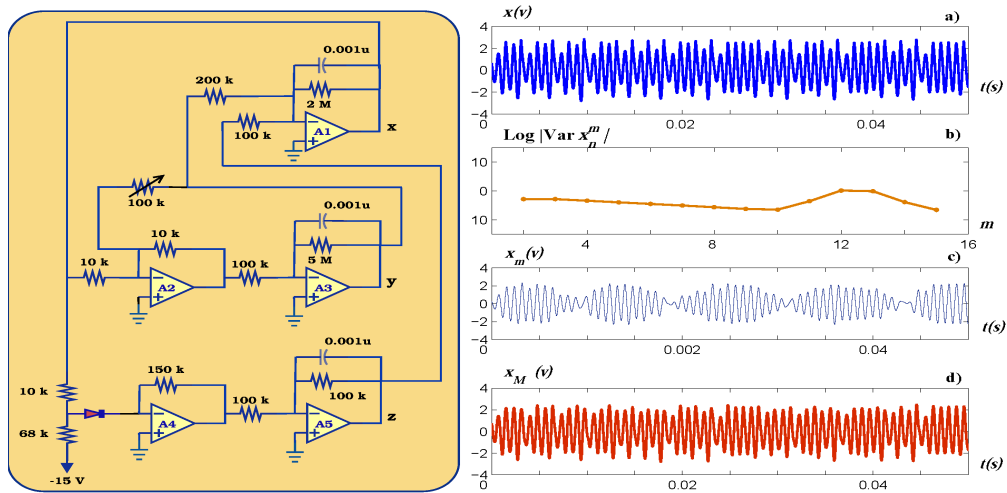
OBJETIVO

El principal objetivo es utilizar la transformada discreta wavelet y sus variantes para caracterizar, analizar y procesar series temporales (ST) numéricas y/o experimentales provenientes de diferentes

procesos. En particular, se consideran ST provenientes de circuitos electrónicos con dinámica caótica y/o de ciertos modelos matemáticos. Lo anterior permitirá de manera más apropiada complementar el análisis de tales ST, facilitando una implementación apropiada en ciertas aplicaciones.

METODOLOGÍA

En principio se considera realizar una revisión y estudio de los diferentes sistemas con dinámica caótica, así como de la teoría wavelet. Se continuaría con la implementación numérica y/o experimental de sistemas con dinámica caótica que presentan variantes a los sistemas ya establecidos. Posteriormente, se realizaría la implementación de programas para analizar y procesar con la transformada wavelet la información proveniente de los sistemas anteriores. Finalmente, establecer los parámetros que permiten un mejor análisis de las ST provenientes de los diferentes sistemas.



(a) Implementación electrónica de un sistema tipo Rössler. (b) Análisis del estado x con la transformada wavelet.

CALENDARIO DE ACTIVIDADES

- **Junio-Agosto 2014** Revisión del estado del arte de la teoría wavelet y de sistemas que presenten una dinámica caótica, así como el inicio del análisis de algunos sistemas con esas características.
- **Septiembre-Diciembre 2014** Continuar con la revisión bibliográfica. Implementación de programas basados en variantes de la transformada wavelet para iniciar la caracterización de las ST. Cursar las materias correspondientes al tercer semestre.
- **Enero-Marzo 2015** Continuar con la revisión bibliográfica. Establecer un método numérico que conjunte algunas variantes de la TW para analizar y caracterizar de manera apropiada este tipo de señales.
- **Abril-Julio 2015** Redacción de tesis.
- **Julio-Agosto 2015** Presentación de exámenes previo y final del proyecto de tesis.

MATERIAS POR CURSAR

En el semestre considerado de agosto a diciembre del año 2014 se sugiere cursar dos de las siguientes materias (a) Reconocimiento de patrones, (b) Procesamiento de señales en tiempo real, (c) Procesamiento digital de imágenes.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] V. Ibarra-Junquera, P. Escalante-Minakata, J. S. Murguía and H. C. Rosu, "Inferring mixed culture growth from total biomass data in a wavelet approach", *Physica A*, **370**, 777-792, 2006.
- [2] V. Ibarra-Junquera, J. S. Murguía, P. Escalante-Minakata and H. C. Rosu, "Application of Multifractal Wavelet Analysis to Spontaneous Fermentation Processes", *Physica A*, **387**, 2802-2808, 2008.
- [3] J. S. Murguía and E. Campos-Cantón, "Wavelet Analysis of Chaotic Time Series", *Rev. Mex. de Física*, **52**, 155-162, 2006.
- [4] J. S. Murguía, J. E. Pérez-Terrazas and H. C. Rosu, "Multifractal properties of elementary cellular automata in a discrete wavelet approach of MF-DFA", *Europhys. Lett.*, **87**, 28003 p1-p5, 2009.
- [5] J. S. Murguía, M. Mejía Carlos, C. Vargas-Olmos, M. T. Ramírez-Torres and H.C. Rosu, "Wavelet multifractal detrended fluctuation analysis of encryption and decryption matrices", *International Journal of Modern Physics C*, **24**(9), article 1350069 (13 pages), 2013.
- [6] J. W. Kantelhardt, "Fractal and multifractal time series", *Encyclopedia of Complexity and Systems Science*, Springer, 2009.
- [7] Stéphane Mallat, *A Wavelet Tour of Signal Processing*, 2nd. Edition, Academic Press, 1999.
- [8] J. S. Murguía, A. Vergara, C. Vargas-Olmos, T. J. Wong, J. Fonollosa and R. Huerta, "Two-Dimensional Wavelet Transform Feature Extraction for Porous Silicon Chemical Sensors", *Analytica Chimica Acta*, **785**, 1-15, 2013.