

EL7006 Redes Neuronales y Teoría de Información para el Aprendizaje

Tarea 1

Profesor: Pablo Estévez

Auxiliar: Pablo Huijse

Ayudante: Pablo Huentelmu

Semestre: Primavera 2015

1. Introducción

Esta tarea tiene por objetivo realizar pruebas sobre un algoritmo de detección de período en series de tiempo basado en correntropía. La correntropía es un funcional ITL que incorpora la distribución de las magnitudes y la estructura temporal del proceso aleatorio. La correntropía es una generalización de la función de correlación que incorpora estadísticos de alto orden. En esta tarea se busca detectar periodicidades en series de tiempo astronómicas o curvas de luz. Una curva de luz contiene información sobre la luminosidad de una estrella en función del tiempo y se caracterizan por ser ruidosas y por su muestreo irregular. La detección de periodicidad es un tema importante pues el período de una estrella puede usarse para realizar clasificación estelar, estimación de distancia a la tierra y en general entender mejor el proceso físico subyacente que realiza el astro.

En esta tarea se utilizará la correntropía para encontrar periodicidad en curvas de luz sintéticas y curvas de luz reales. La curva de luz sintética sigue un modelo

$$y = \exp(-\sin^2(\pi t f)), \quad (1)$$

con instantes de tiempo muestreados de forma irregular y ruido con distribución t-student de 1 grado de libertad. Usando el modelo sintético se estudiará la robustez al ruido (SNR) y presencia de outliers (n_{out}). Se realizará un estudio comparativo usando el espectro de potencia convencional basado en la correlación. Para la autocorrentropía se considerará su transformada de Fourier o Densidad espectral de correntropía (CSD), el periodograma kernelizado de correntropía (CKP), y la descomposición de correntropía usando NMF (CNMFS).

2. Actividades a desarrollar

1. Obtenga y analice los espectros de potencia (PSD) y correntropía (CSD) para las curvas sintéticas. Considere las curvas generadas con $SNR = 10$. Encuentre el porcentaje de outliers con el que el periodo correcto desaparece de los espectros. ¿Qué funcional es más robusto ante la presencia de outliers? Discuta la influencia del ancho de banda del kernel Gaussiano en la discriminación de outliers.
2. Considere las curvas generadas con $n_{out} = 10$. Disminuya progresivamente el SNR hasta encontrar el valor con el cual período correcto desaparece de los espectros de potencia. ¿Qué funcional es mas robusto ante el ruido no Gaussiano? Discuta la influencia de los estadísticos de alto orden actuando en el funcional de correntropía.
3. Analice las curva de luz de los objetos CE_lm0104n13162 y EB_lm0021k13770. Obtenga el período asociado al máximo de la PSD, CSD y CKP. El CKP es un periodograma generalizado que descompone la correntropía en un conjunto de funciones periódicas no-sinusoidales. Confirme visualmente la presencia de un comportamiento periódico usando el período detectado y el diagrama de fase (ver sección de instrucciones más abajo). ¿En cuáles casos el período encontrado corresponde a un modo fundamental de oscilación? ¿En cuales casos corresponde a un armónico?
4. Repita su análisis para el objeto MM_lm0100m7313. Esta curva de luz, al contrario de los anteriores, posee dos modos fundamentales. Obtenga el período máximo de la PSD, CSD, CKP y CNMFS. El CNMFS es una descomposición frecuencial de correntropía usando NMF. ¿Cuáles son los períodos correctos? ¿Qué relación existe entre las periodicidades encontradas en esta curva de luz y las del punto anterior? ¿Qué puede decir sobre la resolución espectral de los peaks en los espectros? ¿Con cuáles métodos es más fácil distinguir los períodos correctos? Justifique sus respuestas, basándose en las características de los 4 métodos.

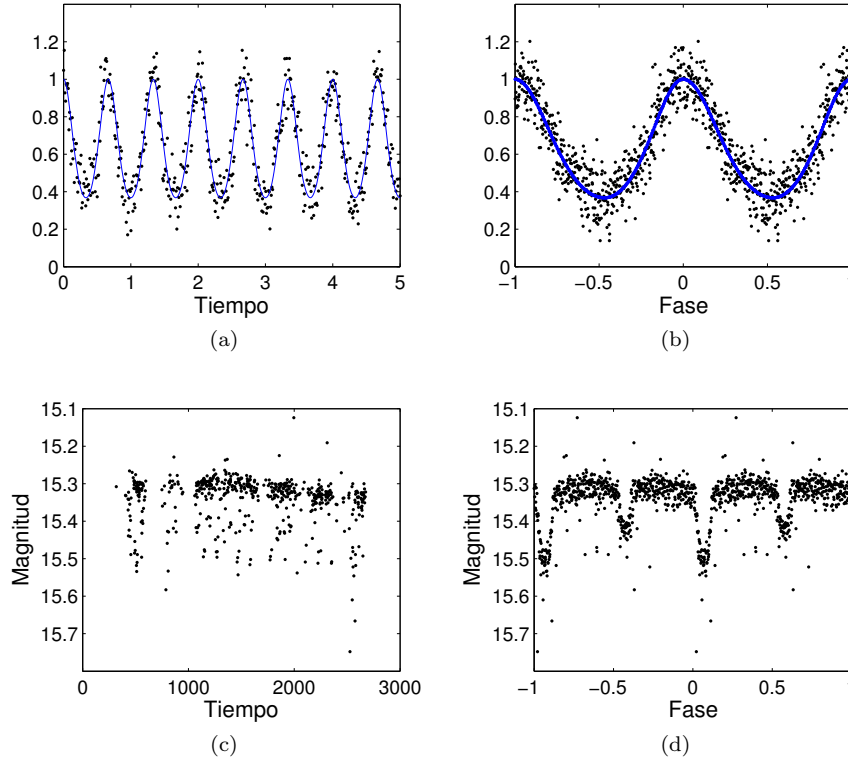


Figura 1: Sea una serie de tiempo generada con la Ecuación 1 (línea azul) usando una frecuencia $f = 1,5$ [Hz] y contaminada con ruido (puntos negros). La Figura (a) muestra la serie de tiempo. La Figura (b) muestra un diagrama de fase de la serie luego de “doblar” la curva con el periodo $P = 1/1,5$ segundos. La Figura (c) muestra una curva de luz real de una estrella binaria eclipsante del sondeo EROS-2. Las eclipses binarias son sistemas de dos estrellas alineados con la Tierra tal que los eclipses mutuos se reflejan en la curva de luz como disminuciones periódicas en el brillo. La Figura (d) muestra el diagrama de fase de dicha curva de luz, note como al doblarla se aprecian los eclipses de ambos componentes.

3. Instrucciones

Adjunto a esta tarea usted encontrará scripts para MATLAB que calculan los espectros de potencia. Para correr el programa, invoque el script `spectra.gui.m` desde la consola de MATLAB dándole como argumento una serie de tiempo. Dentro de la carpeta `synth` usted encontrará las series sintéticas necesarias para resolver los puntos 1 y 2. Dentro de la carpeta `LC` usted encontrará las curvas de luz necesarias para resolver los puntos 3 y 4.

Luego de computar los espectros el programa retornará tres gráficos. En el primero se muestra la serie de tiempo. En el segundo se muestran los espectros de potencia de correlación, correntropía, CKP y CNMFS (estos últimos sólo en los puntos 3 y 4). En el tercero se muestra un diagrama de fase de la serie de tiempo. Seleccione un período pinchando sobre una componente espectral (segundo gráfico) con su cursor. Utilice el control deslizante para modificar el ancho de banda de kernel de la correntropía.

Un diagrama de fase se obtiene particionando la serie usando un período dado y graficando los segmentos uno encima de otro. Si el período seleccionado corresponde a la periodicidad de la serie, el diagrama de fase revelará un patrón claro, de lo contrario el diagrama parecerá ruido. La Figura 3 muestra una serie de tiempo y su correspondiente diagrama de fase. Para más detalles ver apuntes de cátedra.

4. IMPORTANTE

El día Martes 15 de Septiembre en horario de clases se realizará una sesión de laboratorio en la sala de computación del segundo piso del DIE donde se desarrollará la tarea. Se pide que al final de la sesión de laboratorio usted entregue un reporte de no más de dos planas con los resultados de su análisis y las discusiones pedidas en cada uno de los puntos de la tarea. La asistencia es OBLIGATORIA. La tarea es INDIVIDUAL.