

Actividad 11

Portillo Vazquez Manuel Roberto

May 28, 2019

Introducción

La teoría del caos es la rama de las matemáticas, la física entre otras ciencias, esta trata ciertos tipos de sistemas complejos y sistemas dinámicos no lineales muy sensibles a las variaciones en las condiciones iniciales. Una variación aunque muy pequeña en las condiciones iniciales puede implicar grandes diferencias en el comportamiento futuro, imposibilitando la predicción a largo plazo. Esto sucede aunque estos sistemas son en rigor deterministas, es decir; su comportamiento puede ser completamente determinado conociendo sus condiciones iniciales. Esta teoría nace a partir del meteorólogo Edward Lorenz, el cual intento darle una explicación al comportamiento del clima mediante las conocidas ecuaciones de Lorenz. Surge gracias a la variación de las condiciones iniciales aun siendo muy cercanas sus resultados eran muy diferentes.

La ecuación de Duffing, es una ecuación diferencial no lineal que describe el movimiento de un oscilador con amortiguamiento, con coeficiente de elasticidad no lineal y al cual se le aplica un forzamiento periódico, donde α (rigidez), β (no linealidad), γ (amplitud de forzamiento), δ (amortiguamiento) y ω (frecuencia de forzamiento) son constantes. Y en esta ocasión exploraremos la diversidad de tipos de movimientos que posee el oscilador de Duffing, dada la combinación de fenómenos de oscilación, forzamiento periódico y amortiguamiento. Crearemos una colección de posibles movimientos, de los cuales se pide crear gráficas. Por un lado se pide hacer una gráfica de la solución del oscilador de Duffing $x(t)$ como función del tiempo (series de tiempo) y su retrato fase.

Ecuación de Duffing

En la actividad anterior se pidió resolver numéricamente la ecuación de Duffing utilizando la función `ode` de SciPy para reproducir la figura en el caso de que $\alpha = \gamma = 1.0$ y amortiguamiento $\delta = 0.1$. Nos interesa ahora usar un método de integración de Runge-Kutta de cuarto orden.

Se pueden observar resultados algo distintos dependiendo de las condiciones iniciales del sistema como se incluyeron en las siguientes figuras estas eran sumamente distintas unas de otras.

Conclusión

A mi parecer esto es una muestra de como varios modelos concuerdan respecto a esta teoría ya nos parecería lógico creer que si las condiciones iniciales están dadas por valores muy similares

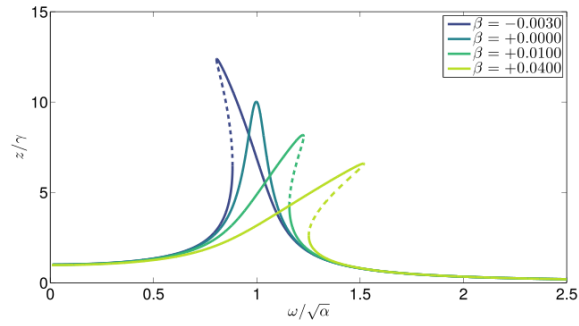


Figure 1: Figura de la Actividad

estas serán prácticamente idénticas. Pero en cambio existen sistemas donde el más mínimo de los cambios perturba nuestro sistema y hace genera variaciones realmente grandes a un sistema. Ya que se pueden observar conclusiones muy distintas a pequeñas variaciones de gamma

References

- [1] Duffing equation,
https://en.wikipedia.org/wiki/Duffing_equation
- [2] Teoría del Caos,
https://es.wikipedia.org/wiki/Teor%C3%ADa_del_caos

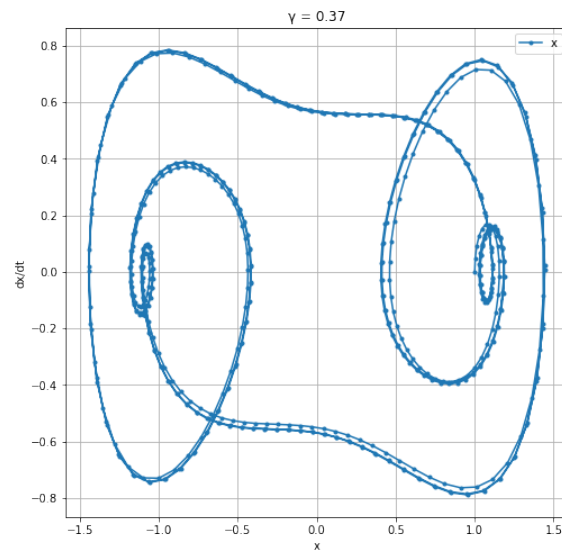


Figure 2: Figura de la Actividad

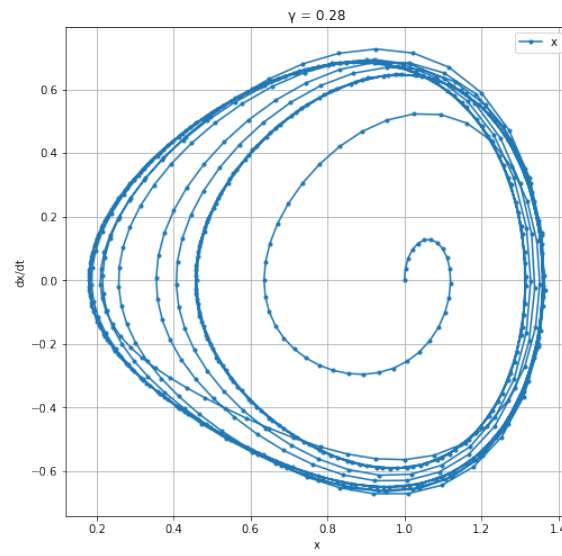


Figure 3: Figura de la Actividad