

Eficiencia del sistema de propulsión WARP de la nave espacial USS Enterprise

Lucila Stancato, *I.T.B.A.*, Damián Modernell, *I.T.B.A.*, Juan Brasca, *I.T.B.A.*, Conrado Negro, *I.T.B.A.*

Resumen—Analizamos la eficacia en la generación de números pseudoaleatorios del generador de L'Ecuyer aplicando los tests χ^2 y KS , con los que determinamos la conveniencia de usar dicho generador. Utilizando realizaciones de distintas variables pseudoaleatorias, estimamos el tiempo medio de vuelo de la nave espacial USS Enterprise.

Palabras clave—Generador de L'Ecuyer, números pseudoaleatorios, propulsor WARP

1 INTRODUCCIÓN

Los dispositivos de cómputo no pueden generar números aleatorios dado que son dispositivos deterministas. La única manera de obtenerlos sería a través de un dispositivo que detecte procesos naturales como por ejemplo el intervalo de tiempo entre dos partículas α en una muestra radiactiva.

En la sección 2 utilizamos y sometemos a prueba el generador propuesto por L'Ecuyer para la generación de números pseudoaleatorios que a diferencia de los números aleatorios, pueden ser generados por una computadora. Usamos las pruebas de χ^2 y de Kolmogorov-Smirnov para determinar la bondad de ajuste del generador. En la sección 3 utilizamos una variable pseudoaleatoria generada con el algoritmo de L'Ecuyer para obtener variables pseudoaleatorias con distintas funciones de distribución. En la sección 4 utilizamos variables aleatorias caracterizadas por las funciones de distribución calculadas en la sección 3 que modelan el tiempo entre fallas de los distintos dispositivos que componen el sistema de propulsión del USS Enterprise. Hacemos realizaciones de dichas variables para calcular la media y la varianza muestral del tiempo de vuelo de la nave.

Comprobamos la efectividad del generador de L'Ecuyer en la generación de números pseudo-aleatorios, ya que los números obtenidos con el mismo, aparentan ser aleatorios. Con dichos números podemos realizar simulaciones de variables más complejas como la que vemos en la sección 4.

2 GENERADOR DE L'ECUYER

El generador propuesto por L'Ecuyer en 1998 combina dos generadores lineales congruenciales (LCGs). El algoritmo está compuesto por cinco pasos:

- PASO 1: Seleccionar una semilla $X_{1,0}$ en el rango $[1, 2147483562]$ para el primer LCG y otra $X_{2,0}$ en el rango $[1, 2147483398]$ para el segundo LCG.

- PASO 2: Evaluar cada generador individual:

$$X_{1,n+1} = 40014X_{1,n} \bmod 2147483563$$

$$X_{2,n+1} = 40692X_{2,n} \bmod 2147483399$$

- PASO 3: Computar:

$$X_{n+1} = (X_{1,n+1} - X_{2,n+1}) \bmod 2147483562$$

- PASO 4: Computar:

$$U_{n+1} = \begin{cases} \frac{X_{n+1}}{2147483563} & X_{n+1} > 0 \\ \frac{2147483562 - X_{n+1}}{2147483563} & X_{n+1} = 0 \end{cases}$$

- PASO 5: Hacer $n = n + 1$ y volver al PASO 2.

Los números obtenidos por medio de este generador tienen una distribución uniforme. Generamos 10000 números pseudoaleatorios con el algoritmo de L'Ecuyer. Tomamos como semillas $X_{1,0} = 23$ y $X_{2,0} = 23$, sabiendo que lo importante es no inicializar al generador en cero. Una vez obtenidas 10000 realizaciones, las dividimos en 10 intervalos de clase de amplitud uniforme, y presentamos las frecuencias obtenidas en el histograma de la figura 1.

Analizamos gráficamente las realizaciones obtenidas con el algoritmo de L'Ecuyer para determinar la dependencia de una realización con la anterior. En la figura 2 mostramos en el plano las duplas (U_i, U_{i+1}) , que no dejan ver a simple vista los planos de dependencia entre una iteración y la siguiente. En la figura 3 mostramos en el espacio las ternas (U_i, U_{i+1}, U_{i+2}) , que tampoco evidencian áreas vacías, o áreas con mayor concentración de puntos que otras.

2.1 Prueba χ^2

En las figuras 2 y 3 observamos que la distribución parece ser uniforme, pero podemos usar tests más elaborados para corroborar esos resultados. El test χ^2 determina, con un nivel de significación α (que fijamos en 5%) si es razonable suponer que la distribución observada de las 10000 muestras es consistente con que la variable