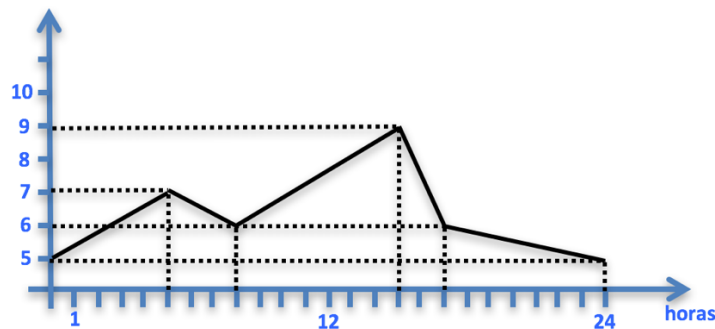


Máster Universitario en Inteligencia Artificial

Métodos de Simulación

ENUNCIADO 7

1. **Generación de números y variables aleatorias.** Describir el método de Metrópolis-Hastings basado en cadenas de Markov para generación de distribuciones multivariantes y un ejemplo de aplicación.
2. **Simulación de sucesos discretos.** A un aeropuerto llegan aviones de diferentes destinos según un proceso de Poisson no homogéneo con la siguiente tasa:



Estos aviones se quedan esperando en vuelo hasta que la torre de control le asigne pista, realizando entonces la **maniobra de aterrizaje** que les lleva un tiempo aleatorio. En el fichero [aterrizajes.txt](#) se proporciona una muestra de tiempos de aterrizaje de los aviones. Contrástese si la distribución de dichos tiempos es normal (truncada), uniforme o exponencial y estímense los parámetros de la distribución correspondiente.

Una vez el avión ha aterrizado, espera a que **un vehículo lo guíe** hacia el puesto de desembarco de pasajeros, estimándose un tiempo de traslado exponencial de tasa 30 aviones por hora. Los traslados del vehículo sin avión se suponen despreciables.

Por otra parte, se programa la **salida de aviones** del aeropuerto (no tienen nada que ver con los aviones que aterrizan). El tiempo que tardan en desembarcar pasajeros y equipaje y en embarcar los nuevos y desplazarse a la zona donde pueden iniciar la maniobra de despegue es probabilístico. En el fichero [desembarques.txt](#) se proporciona una muestra dichos tiempos. Contrástese si la distribución de los mismos es normal (truncada), weibull o exponencial y estímense los parámetros de la distribución correspondiente.

Allí, esperan a que la torre de control les asigne una pista y les permita realizar dicha maniobra cuya duración sigue una uniforme entre 10 y 15 minutos (los aterrizajes tendrán preferencias sobre los despegues).

En el aeropuerto que se desea estudiar existen 3 **pistas** que sirven tanto para aterrizar como para despegar. La torre de control da prioridad a los aviones que desean aterrizar frente a los que desean despegar. El número de **vehículos guía** está limitado por 20 vehículos.

Suponemos que las pistas quedan libres una vez el avión haya terminado el aterrizaje y que el aeropuerto está inicialmente vacío de aviones y dispone de 50 **puertas de embarque/desembarque**.

- A. Simule el comportamiento del aeropuerto durante un mes y estime las principales medidas de rendimiento del mismo (tiempos medios y máximos de espera de los aviones para aterrizar y despegar, número medio de aviones en el aeropuerto, porcentaje de tiempo que están ocupadas las pistas).
 - B. Analice la posibilidad de construir una nueva pista y de disponer de 5 vehículos guía adicionales. ¿cuál de las dos opciones es mejor?
3. **Aplicaciones de la simulación.** Implementar y analizar el comportamiento de la metaheurística recocido/enfriamiento simulado para alcanzar la solución óptima del problema que se describe a continuación:

Juego de cifras simplificado: Dada una secuencia de 6 números enteros y un séptimo valor (también entero) como objetivo, el problema consiste en obtener una secuencia de operadores aritméticos (+, −, ×, /) que, respetando el orden de los 6 valores dados, nos permita aproximarnos lo más posible al valor objetivo.

Por ejemplo, dados los números: 25, 6, 9, 75, 50 y 3, las siguientes secuencias de operadores se interpretan como

Secuencia	1ª operación	2ª operación	3ª operación	4ª operación	5ª operación
+ × + − +	$25 + 6 = 31$	$31 \times 9 = 279$	$279 + 75 = 354$	$354 - 50 = 304$	$304 + 3 = 307$
− − − + ×	$25 - 6 = 19$	$19 - 9 = 10$	$10 + 75 = 85$	$85 + 50 = 135$	$135 \times 3 = 405$

Si nuestro valor objetivo fuera el 307, la primera de las secuencias sería mejor solución que la segunda; de hecho, sería una solución óptima ya que se trata de la máxima aproximación posible.

Dados los números 75, 3, 1, 4, 50, 6, 12, 8 obtener la secuencia de operadores que más aproximen el resultado de las operaciones correspondientes al valor 852.