

Simulación del Aeropuerto de Barajas

Autor:

Pablo Antonio de Armas Suárez C-411

Problema:

En el Aeropuerto de Barajas, se desea conocer cuánto tiempo se encuentran vacías las pistas de aterrizaje. Se conoce que el aeropuerto cuenta con un máximo de 5 pistas de aterrizaje dedicadas a aviones de carga y que se considera que una pista está ocupada cuando hay un avión aterrizando, despegando o cuando se encuentra cargando o descargando mercancía o el abordaje o aterrizaje de cada pasajero.

Se conoce que el tiempo cada avión que arriba al aeropuerto distribuye, mediante una función de distribución exponencial con $\lambda = 20$ minutos. Si un avión arriba al aeropuerto y no existen pistas vacías, se mantiene esperando hasta que se vacíe una de ellas (en caso de que existan varios aviones en esta situación, pues se establece una suerte de cola para su aterrizaje).

Se conoce además que el tiempo de carga y descarga de un avión distribuye mediante una función de distribución exponencial con $\lambda = 30$ minutos. Se considera además que el tiempo de aterrizaje y despegue de un avión distribuye normal ($N(10,5)$) y la probabilidad de que un avión cargue y/o descargue en cada viaje corresponde a una distribución uniforme.

Además de esto se conoce que los aviones tiene una probabilidad de tener una rotura de 0.1. Así, cuando un avión posee alguna rotura debe ser reparado en un tiempo que distribuye exponencial con $\lambda = 15$ minutos. Las roturas se identifican justo antes del despegue de cada avión.

Igualmente cada avión, durante el tiempo que está en la pista debe

recargar combustible y se conoce que el tiempo de recarga de combustible distribuye exponencial $\lambda = 30$ minutos y se comienza justamente cuando el avión aterriza.

Se asume además que los aviones pueden aterrizar en cada pista sin ninguna preferencia o requerimiento.

Simule el comportamiento del aeropuerto por una semana para estimar el tiempo total en que se encuentran vacía cada una de las pistas del aeropuerto.

Solución:

Se simula la llegada de los aviones al aeropuerto, y se tienen en cuenta los siguientes casos:

- Todas las pistas estén ocupadas: el avión se pone en la cola de espera lo cual se realiza mediante un contador que lleva el número de aviones en cola.
- Alguna de las 5 pistas de aterrizaje este libre y el contador sea 0: se escoge la pista que lleve más tiempo sin utilizarse y, se suma la diferencia entre el tiempo de arribo del avión y el tiempo que lleva vacía a un contador y se simula el tiempo que estará en esa pista.
- Alguna de las 5 pistas de aterrizaje este libre y el contador sea mayor que cero: se van llenando las pistas y se va disminuyendo el contador y al final, si no hay espacio para todos los aviones, se pone en espera el avión que llegó, sino se realiza los mismos pasos que en el caso anterior.

Se utilizó el método de Monte Carlo para hallar la media del tiempo libre y se creó un método que utilizando Monte Carlo repetidas veces obtuvo los valores mínimos y máximos, para cada pista.

Para simular el tiempo de salida de un avión en una pista se creó un método que calcula las distribuciones para el tiempo de carga y descarga del avión, el tiempo de aterrizaje y despegue y el tiempo de reparación.

Modelo de Simulación de Eventos Discretos:

Variable de Tiempo:

T

Variables Contadoras:

(F1, F2, F3, F4, F5): Tiempo libre total para cada pista

Variables de Estado:

N: Total de aviones en cola

Variables de Salida:

(F1, F2, F3, F4, F5): Tiempo libre total para cada pista

Lista de eventos:

(T0, T1, T2, T3, T4, T5)

T0: tiempo de arribo del próximo avión.

T1: Tiempo de salida del último avión que está en la primera pista

T2: Tiempo de salida del último avión que está en la segunda pista

T3: Tiempo de salida del último avión que está en la tercera pista

T4: Tiempo de salida del último avión que está en la cuarta pista

T5: Tiempo de salida del último avión que está en la quinta pista

Inicialización:

Paso 1: $T_0 = T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = T_5 = F_1 = F_2 = F_3 = F_4 = F_5 = N = 0$

Paso 2: Genera T_0

Paso 3: Si $T_0 \geq T$, Fin

Caso 1 $T_0 > \text{Mínimo}(T_1, T_2, T_3, T_4, T_5)$

Paso 4: $N = N + 1$

Paso 5: Ir al Paso 2

Caso 2 $T_0 \leq \text{Mínimo}(T_1, T_2, T_3, T_4, T_5) \ \& \ N == 0$

Paso 6: $P = \text{Posición}(\text{Mínimo}(T_1, T_2, T_3, T_4, T_5))$

Paso 7: $FP = FP + (T_0 - TP)$

Paso 8: $TP = \text{Genera Salida}(T_0)$

Paso 9: Ir al Paso 2

Caso 3 $T_0 \leq \text{Mínimo}(T_1, T_2, T_3, T_4, T_5) \ \& \ N \neq 0$

Paso 10: $P = \text{Posición}(\text{Mínimo}(T_1, T_2, T_3, T_4, T_5))$

Paso 11: $TP = \text{Genera Salida}(TP)$

Paso 12: Si $T_0 > \text{Mínimo}(T_1, T_2, T_3, T_4, T_5)$, Ir al Paso 2

Paso 13: $P = \text{Posición}(\text{Mínimo}(T_1, T_2, T_3, T_4, T_5))$

Paso 14: $TP = \text{Genera Salida}(TP)$

Paso 15: $N = N - 1$

Paso 16: Ir al Paso 2

Resultados:

Se pudo constatar que el tiempo libre promedio para las pistas es:

- Entre 18 y 23 minutos para la primera

- Entre 36 y 43 minutos para la segunda
- Entre 56 y 64 minutos para la tercera
- Entre 75 y 85 minutos para la cuarta
- Entre 94 y 105 minutos para la quinta

Enlace:

<https://github.com/pablodearmas/AeropuertoBarajas>