

Informe del Proyecto de Eventos Discretos de Simulación

Curso 2019-2020

❖ Generales del Estudiante.

Nombre: Pablo Adrián Fuentes González.
Grupo: C-412.

❖ Orden del Problema Asignado.

2. Puerto Sobrecargado (Overloaded Harbor)

En un puerto de supertanqueros que cuenta con 3 muelles y un remolcador para la descarga de estos barcos de manera simultánea se desea conocer el tiempo promedio de espera de los barcos para ser cargados en el puerto. El puerto cuenta con un bote remolcador disponible para asistir a los tanqueros. Los tanqueros de cualquier tamaño necesitan de un remolcador para aproximarse al muelle desde el puerto y para dejar el muelle de vuelta al puerto. El tiempo de intervalo de arribo de cada barco distribuye mediante una función exponencial con $\lambda = 8$ horas. Existen tres tamaños distintos de tanqueros: pequeño, mediano y grande, la probabilidad correspondiente al tamaño de cada tanquero se describe en la tabla siguiente. El tiempo de carga de cada tanquero depende de su tamaño y los parámetros de distribución normal que lo representa también se describen en la tabla siguiente.

Tamaño, Probabilidad de Arribo, Tiempo de Carga, Pequeño: 0.25 $\mu = 9$, $\sigma^2 = 1$ Mediano: 0.25 $\mu = 12$, $\sigma^2 = 2$ Grande: 0.5 $\mu = 18$, $\sigma^2 = 3$

De manera general, cuando un tanquero llega al puerto, espera en una cola (virtual) hasta que exista un muelle vacío y que un remolcador esté disponible para atenderle. Cuando el remolcador está disponible lo asiste para que pueda comenzar su carga, este proceso demora un tiempo que distribuye exponencial con $\lambda = 2$ horas. El proceso de carga comienza inmediatamente después de que el barco llega al muelle. Una vez terminado este proceso es necesario la asistencia del remolcador (esperando hasta que esté disponible) para llevarlo de vuelta al puerto, el tiempo de esta operación distribuye de manera exponencial con $\lambda = 1$ hora. El traslado entre el puerto y un muelle por el remolcador sin tanquero distribuye exponencial con $\lambda = 15$ minutos. Cuando el remolcador termina la operación de aproximar un tanquero al muelle, entonces lleva al puerto al primer barco que esperaba por salir, en caso de que no exista barco por salir y algún muelle esté vacío, entonces el remolcador se dirige hacia el puerto para llevar al primer barco en espera hacia el muelle vacío; en caso de que no espere ningún barco, entonces el remolcador esperará por algún barco en un muelle para llevarlo al puerto. Cuando el remolcador termina la operación de llevar algún barco al puerto, este inmediatamente lleva al primer barco esperando hacia el muelle vacío. En caso de que no haya barcos en los muelles, ni barcos en espera para ir al muelle, entonces el remolcador se queda en el puerto esperando por algún barco para llevar a un muelle. Simule completamente el funcionamiento del puerto. Determine el tiempo promedio de espera en los muelles.

❖ Principales Ideas seguidas para la solución del problema.

Las ideas seguidas fueron:

1. Utilizar una cola para guardar los barcos que van llegando al Puerto ordenados por tiempo de arribo y una lista para guardar los barcos en los muelles ordenados por tiempo de terminación de carga, para de esta forma saber si un barco termina antes del arribo de otro, el remolcador pueda asistir primero al que le corresponda.
2. Escoger en cada momento el barco que le toca salir en dependencia de donde se encuentre el remolcador.
3. Aprovechar el hecho que los muelles funcionan en paralelo para de esta forma tratar los muelles como si fueran uno con la capacidad de todos.

❖ Modelo de Simulación de Eventos Discretos desarrollado para resolver el Problema.

Para realizar el modelo de la simulación se declararon las siguientes variables para lograr simular el problema de manera más sencilla:

t: tiempo de la simulación.

t_{ap} : tiempo de arribo de un barco al puerto.

t_{sm} : tiempo en que el barco salió hacia el muelle.

t_{lm} : tiempo en que el barco llegó al muelle.

t_{dc} : tiempo que demora cargar el barco.

t_{fc} : tiempo en que el barco terminó de cargar.

t_{sp} : tiempo en que el barco salió hacia el puerto.

t_{lp} : tiempo en que el barco llegó al puerto.

t_{mp} : tiempo que demora el remolcador en llevar un barco del muelle al puerto.

t_{pm} : tiempo que demora el remolcador en llevar un barco del puerto al muelle.

t_{cs} : tiempo que demora el remolcador en viajar solo.

t_s : tiempo límite de simulación.

m: cantidad de barcos en el muelle.

p: cantidad de barcos esperando en el puerto.

n: total de muelles.

c: posición en la que se encuentra el carguero {Muelle, Puerto}.

Se tiene además los Eventos:

- ♦ Arribo de Barco.
- ♦ Atiende Puerto.
- ♦ Atiende Muelle.
- ♦ Viaja Al Puerto Solo.
- ♦ Viaja Al Muelle Solo.

Estados teniendo en cuenta la posición del Remolcador:

❖ Caso A: El Remolcador está en el Puerto.

- Caso 1: $p=0$; $m=0$

No hay barcos ni el muelle ni en el puerto. (en este caso no se hace nada esperando la ocurrencia del evento Arribo de Barco).

- Caso 2: $p=0$; $m>0$

- 1) Se llama al evento Viaja Al Muelle Solo. (esto pasa cuando acabo de terminar de asistir de vuelta al puerto a un barco y no ha arribado otro todavía, el remolcador tiene que esperar a que el primer barco termine su carga estando en el muelle).

- Caso 3: $p>0$; $m=0$

- 1) $t = \max(t, t_{ap})$
- 2) Se llama al evento Atiende Puerto.

En este caso se tiene que actualizar el tiempo t debido a que pudiera haber un periodo de inactividad esperando por un barco en el puerto.

- Caso 4: $p>0$; $m>0$

- 1) Se llama al evento Atiende Puerto.

En este caso no es necesario comprobar si hay muelles disponibles dado el hecho que solo un remolcador está en el puerto si esto ocurre.

❖ Caso B: El Remolcador está en el Muelle.

- Caso 1: $m=n$

- 1) $t = \max(t, t_{rc})$
- 2) Se llama al evento Atiende Muelle.

En este caso los muelles están llenos. Además, se tiene que actualizar el tiempo t debido a que pudiera haber un periodo de inactividad esperando por un barco en el muelle. Es importante notar que da igual cualquier sea el valor de p el remolcador se encuentra en el muelle hasta que algún barco termine.

- Caso 2: $m \neq n$; $p > 0$

- Caso 2.1: $t_{fc} \leq t_{ap}$

- 1) $t = \max(t, t_{fc})$
- 2) Se llama al evento Atiende Muelle.

En este caso se atiende primero al barco que está en el muelle debido a que termina su carga antes del arribo del otro barco que está en el muelle. Se tiene que actualizar el tiempo t debido a que pudiera haber un periodo de inactividad esperando por un barco en el puerto.

- Caso 2.2: $t_{fc} > t_{ap}$

- 1) Se llama al evento Viaja Al Puerto Solo.
- 2) Se llama al evento Atiende Puerto.

Eventos:

Arribo de Barco:

- 1) Genero un barco nuevo con su tipo.
- 2) El t_{ap} es el tiempo en que se creó.
- 3) $p = p + 1$

Atiende Puerto:

- 1) $t_{sm} = t$
- 2) $t = t_{pm}$
- 3) $t_{ilm} = t$
- 4) $t_{fc} = t_{ilm} + t_{dc}$
- 5) $p = p - 1$
- 6) $m = m + 1$
- 7) $c = \text{Muelle}$

Atiende Muelle:

- 1) $t_{sp} = t$
- 2) $t = t_{mp}$
- 3) $t_{lp} = t$
- 4) $m = m - 1$
- 5) $c = \text{Puerto}$

Viaja Al Puerto Solo:

- 1) $t=t+t_{cs}$
- 2) $c=\text{Puerto}$

Viaja Al Muelle Solo:

- 1) $t=t+t_{cs}$
- 2) $c=\text{Muelle}$

Modelo:

Inicialización de variables.

Estado inicial Caso A.1.

Inicia Simulación.

Se exploran los casos hasta que $t \geq t_s$.

Fin Simulación.

Se generan los resultados.

❖ Consideraciones obtenidas a partir de la ejecución de las simulaciones del Problema.

Para dar solución al problema se toma un tiempo de duración y se simula el programa hasta que llegue a ese tiempo. Por cada barco atendido se guarda el tiempo que estuvo esperando en el puerto y el tiempo que estuvo esperando en el muelle y al final se promedia la suma de todos los tiempos de espera con respecto a la cantidad de barcos atendidos.

Por ejemplo: en resultados (30,24) se muestran los resultados de la simulación para un tiempo de trabajo del puerto de 24 horas y una cantidad de corridas de 30. Los resultados fueron que se atienden una cantidad de barcos con media de 3 barcos al día y la media de las demoras de un cliente en el muelle es de 2 horas aproximadamente.

Se probó también aumentando el número de muelles en 4 y se puede observar cómo, en general, cuando se tienen 4 muelles en vez de 3 se mejoran los resultados, y esto es a causa que cuando se tiene 3 muelles las simulaciones daban valores más bajos en general.

Se hicieron comprobaciones hasta cuando hay 10 muelles y se pudo observar un empeoramiento en los resultados a partir de 5 muelles, ya que se nota la necesidad de otro remolcador.