

Proyecto de Eventos Discretos

Amalia Ibarra Rodríguez, C-412

22 de noviembre de 2021

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.

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 necesaria 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; 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.

Ideas generales

El comportamiento del puerto es similar al modelo visto en conferencia de un sistema de atención con dos servidores en paralelo, solo que en el puerto existen tres muelles(3 servidores) y todos comparten un recurso del cual dependen para recibir y despachar a los barcos(clientes).

Para llevar el estado del puerto se creó la clase Harbor que contiene el estado de los muelles, el remolcador y la cola de barcos que arriban. Estos valores se modifican a medida que van ocurriendo los distintos eventos.

Se contemplaron para la simulación cinco tipos de eventos:

1. Arribo de un barco al puerto
2. Traslado de un barco del puerto al muelle
3. Carga de un barco en un muelle
4. Finalización de la carga
5. Salida de un barco desde el puerto

los detalles de cómo se afecta cada variable con cada evento los discutiremos en la próxima sección.

Modelo desarrollado

Variable de tiempo: t .

Variables contadoras:

N_a : cantidad de barcos que han llegado.

Variables de estado del sistema:

Q_1 : cola de barcos en el puerto

Q_2 : cola de barcos en los muelles esperando para ser trasladados al puerto

$M[i]$: barco ocupando el muelle i -ésimo

RR : (0) cuando está disponible y (j, t_j, i) cuando está remolcando el barco j con tiempo de carga t_j al muelle i -ésimo

M_t : Próxima salida del puerto al muelle

A_t : Próximo arribo de un barco al puerto

$L[i]$: Tiempo en el que el barco en el muelle i comienza a cargar

$FL[i]$: Tiempo en el que el barco en el muelle i termina de cargar

D_t : Tiempo de la próxima salida del puerto

Variables de salida:

$A[j]$: tiempo de arribo del barco j

$D[j]$: tiempo de salida del barco j

Inicialización:

$t = N_a = 0$

$RR = (0)$

Generar t_0 y $t = t_0$

El resto de variables se inicializan en ∞

Caso 1: Arribo de un barco j al puerto

$t = A_t$

N_a++

$A[j] = t$

$Q_1 = Q_1 + j$

Generar T_t y $A_t = t + T_t$

Si $RR = (0)$ y hay un muelle i vacío entonces $RR = (j, C[j], i)$ donde $C[j]$ es el tiempo de carga del barco j

$$M_t = t$$

Caso 2: Traslado de un barco j del puerto al muelle i

$$\begin{aligned} t &= M_t \\ M[i] &= j \\ FL[i] &= t + C[j] \end{aligned}$$

Caso 3: Carga de un barco j en un muelle i

$$\begin{aligned} t &= L[i] \\ RR &= (0) \\ FL[i] &= t + C[j] \\ L[i] &= \infty \end{aligned}$$

Si $Q_2 > 0$ entonces se saca el primer barco de la cola y se le asigna al remolcador para que lo lleve al puerto

Caso 4: Terminó de cargar el barco j en el muelle i

$$\begin{aligned} t &= FL[i] \\ \text{Si } RR &= (0) \text{ entonces se le asigna el barco } j \text{ con destino al puerto} \\ D_t &= t + TR \text{ donde } TR \text{ es el tiempo que se demora el remolcador en llevar el barco hasta el} \\ &\text{puerto} \end{aligned}$$

Caso 5: Salida de un barco j desde el puerto

$$\begin{aligned} t &= D_t \\ D[j] &= t \\ RR &= (0) \end{aligned}$$

Si $Q_1 > 0$ y hay un muelle libre i entonces se le asigna al remolcador el primer barco de la cola con destino al muelle i

Luego de hacer varias simulaciones se obtuvo que el tiempo promedio de espera de un barco en el puerto es de 20 horas.

Proyecto en GitHub