

Informe del Proyecto de Eventos Discretos de Simulación

Oscar Luis Hernández Solano
o.hernandez2@estudiantes.matcom.uh.cu
Grupo C411

March 27, 2020

1 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 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 necesaria la asistencia del remolcador (esperarlo 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; 1 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.

2 Principales Ideas para la Solución:

El problema propuesto se puede modelar desde el punto de vista de la simulación de eventos discretos como un proceso de dos servidores en serie. El primer servidor A (el barco remolcador), el cual atiende a los clientes (barcos supertanqueros) que arriban al puerto si este está libre, de lo contrario esperan en una cola a ser atendidos y cada cliente atendido por el servidor A es pasado al servidor B (los muelles de carga) que son 3 en este caso y trabajan en paralelo. Como todo problema de simulación basada en eventos discretos, las variables y los eventos conforman los elementos principales para abordar una solución. En este caso tenemos eventos bien marcados los cuales son: El arribo de un barco al puerto así como la llegada y la salida de un barco del i -ésimo muelle. Cada uno de estos eventos dispara una serie de acciones en el sistema que están condicionados en función de la disponibilidad del remolcador y/o los muelles. La posición del remolcador también juega un papel importante en la eficiencia del proceso es por ello que en función de donde se encuentre el remolcador en un momento dado de la simulación se decide tomar una acción u otra. Atender primero a los clientes que llegaron antes a la cola produce naturalmente mejores resultados para ello es necesario mantener este orden mediante el uso de alguna estructura de datos como por ejemplo un Heap. De manera general para cada barco atendido se toman los tiempos de llegada al puerto (T_0), inicio de carga (T_1), fin de carga (T_2) y salida del muelle (T_3), el tiempo de atención de un barco se calcula como $t = T_3 - T_0$ por tanto el promedio de atención para una simulación es $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i$ donde n es el total de barcos atendidos.

2.1 Variables:

- n : Cantidad de barcos atendidos.
- $rpos$: Posición del remolcador (0 en el muelle, 1 en la bahía).
- sim_t : Tiempo de simulación.
- lod_t : Tiempo de carga de un barco.
- rtd_t : Tiempo que demora el remolcador en llevar a un barco al muelle.

- rod_t : Tiempo que demora el remolcador en sacar a un barco del puerto.
- rfr_t : Tiempo que demora el remolcador en moverse solo.
- T_0 : Tiempo de arribo de un barco al puerto.
- T_1 : Tiempo de llegada de un barco al muelle.
- T_2 : Tiempo de fin de carga de un barco en el muelle.
- T_3 : Tiempo de salida de un barco del muelle.
- docks : Los muelles, son una tupla de tres elementos 0 es que esta vacío, 1 está ocupado

2.2 Pseudocódigo:

1. *while* $sim_t < duration$:
 - (a) $gen(new_boat)$
 - (b) *if* $rpos$ *and not all*(docks):
 - i. $sim_t += gen(rtd_t)$
 - ii. $T_1 = sim_t$
 - iii. $rpos = 0$
 - iv. $gen(lod_t)$
 - (c) *elif* $rpos$ *and all*(docks) *and any_finish_load*():
 - i. $sim_t += gen(rfr_t)$
 - ii. $rpos = 0$
 - (d) *elif not* $rpos$ *and not all*(docks):
 - i. *if* any_finish_load ():
 - A. $sim_t += gen(rod_t)$
 - B. $T_3 = sim_t$
 - C. $rpos = 1$
 - D. $n++$
 - ii. *else*:
 - A. $sim_t += gen(rfr_t)$
 - B. $rpos = 1$
 - (e) *else*:
 - i. t = El menor tiempo de carga restante de los barcos en el muelle
 - ii. $sim_t += t$