|  |  |
| --- | --- |
|  | **Pontificia Universidad CatÓlica de Chile**  **Escuela de IngenierÍa**  **DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS**  **PROFESOR: PEDRO GAZMURI S.**  **ICS 3723 – SIMULACIÓN**  **1/2016** |

# Tarea N°1

Considere un taller donde se reparan muebles grandes. Los muebles llegan al taller, son dejados en la recepción y luego son arreglados en las 3 estaciones de trabajo existentes. Cada mueble pasa por 2 o 3 estaciones de trabajo y no siempre lo hacen en el mismo orden. Se desea simular el funcionamiento de este taller para tan solo un día.

A continuación, se presentan mayores detalles. Al final de la tarea aparecen las preguntas que se deben responder.

## Layout del Taller

La distribución del taller se ve a continuación. Es importante que las dimensiones sean las correctas al armar el modelo.

Recepción

Estación 1

Estación 2

Estación 3

20 m

15 m

15 m

15 m

15 m

10.5 m

10.5 m

10.5 m

10.5 m

**Entrada/Salida**

**Estacionamiento**

Un detalle: las estaciones, recepción y estacionamiento no tienen largo ni ancho. Esto implica, por ejemplo, que un movimiento entre dos extremos dentro de una misma estación NO toma tiempo (en Simio puede que se vean volumétricos, pero en la práctica no hay movimientos internos).

## Llegadas de los Muebles

Los muebles llegan al taller en **cargamentos** de 2 a 4 muebles cada uno (cada cantidad tiene igual probabilidad de ocurrencia). Estos aparecen en la **Entrada** que se ve en el Layout. La tasa de llegada de los cargamentos se puede modelar como una distribución de Poisson no homogénea por hora, como se aprecia en la siguiente tabla:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Hora Inicio | Hora Término | Tasa de Llegada de Cargamentos |
| 0:00:00 | 1:00:00 | 2 |
| 1:00:00 | 2:00:00 | 3 |
| 2:00:00 | 3:00:00 | 4 |
| 3:00:00 | 4:00:00 | 6 |
| 4:00:00 | 5:00:00 | 7 |
| 5:00:00 | 6:00:00 | 8 |
| 6:00:00 | 7:00:00 | 10 |
| 7:00:00 | 8:00:00 | 18 |
| 8:00:00 | 9:00:00 | 9 |
| 9:00:00 | 10:00:00 | 8 |
| 10:00:00 | 11:00:00 | 8 |
| 11:00:00 | 12:00:00 | 7 |
| 12:00:00 | 13:00:00 | 7 |
| 13:00:00 | 14:00:00 | 8 |
| 14:00:00 | 15:00:00 | 9 |
| 15:00:00 | 16:00:00 | 9 |
| 16:00:00 | 17:00:00 | 10 |
| 17:00:00 | 18:00:00 | 11 |
| 18:00:00 | 19:00:00 | 10 |
| 19:00:00 | 20:00:00 | 5 |
| 20:00:00 | 21:00:00 | 2 |
| 21:00:00 | 22:00:00 | 1 |
| 22:00:00 | 23:00:00 | 1 |
| 23:00:00 | 0:00:00 | 1 |

## Grúas

Los muebles no se pueden mover por sí solos, ni tampoco los pueden mover los trabajadores al ser muy pesados. Por esta razón, el taller cuenta con 2 grúas horquilla que se preocupan de hacer todos los movimientos de los muebles. Las 2 grúas están disponibles las 24 horas del día y siempre hay trabajadores especializados que las usan, distintos a los que trabajan en las estaciones. Las grúas son bastante antiguas, así que no alcanzan una velocidad mayor a 1.2 metros por segundo. También pueden transportar hasta 2 muebles al mismo tiempo.

Todas las grúas comienzan en el nodo de estacionamiento y cuando dejan de trabajar vuelven a él. Asuma que las grúas no pueden obstruir el camino de otras grúas ni trabajadores. Considere que las grúas hacen los movimientos en orden FIFO, es decir, mueven los muebles en el mismo orden en que los muebles fueron solicitando un movimiento. Ellas se pueden mover por cualquier camino que sale marcado en el Layout.

## Recepción

La recepción es operada por un encargado que recibe los muebles y los etiqueta (todos los muebles pasan por la recepción antes de ir a las estaciones). Siempre hay un encargado atendiendo y éste tarda **Random.Triangular(0.1, 0.2, 0.3)** minutos en etiquetar cada mueble y solo puede etiquetar uno a la vez. Una vez terminado, los muebles quedan disponibles para continuar en las Estaciones. Este encargado es independiente del resto de los trabajadores, ya que no puede trabajar en las estaciones. Aquí se forman colas hasta que el encargado etiqueta todos los muebles.

## Estaciones

En cada estación se realiza una actividad distinta. En la siguiente tabla se indican los datos de cada estación: su distribución de los tiempos de trabajo por mueble, su capacidad (cuántos muebles se pueden arreglar en paralelo) y cuántos trabajadores deben trabajar simultáneamente para cada mueble.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Estación | Distribución Tiempo de Trabajo (Minutos) | Capacidad Estación | Trabajadores Necesarios |
| 1 | Random.Triangular(1,2,4) | 3 muebles | 1 por mueble |
| 2 | Random.Uniform(1,2) | 2 muebles | 2 por mueble |
| 3 | Random.Pert(0.6,1,1.4) | 1 mueble | 3 por mueble |

Los muebles siempre pasan por 2 o 3 estaciones y no siempre lo hacen en el mismo orden. Cuando una estación está llena o faltan trabajadores disponibles, los demás muebles quedan en una cola de la misma estación. En las estaciones caben todos los trabajadores que sean necesarios.

## Trabajadores

El taller cuenta con trabajadores que pueden operar en cualquier estación de trabajo. En el modelo, considere que todos los trabajadores comienzan en el estacionamiento y que en caso de no estar haciendo nada, vuelven al estacionamiento. Su velocidad de movimiento es de 2 metros por segundo. Asuma que los trabajadores no pueden obstruir el camino de otros trabajadores ni grúas. Considere que los trabajadores hacen los arreglos en orden FIFO, es decir, arreglan los muebles en el mismo orden en que los muebles fueron solicitando un arreglo en cada estación.

Cada vez que un mueble es dejado en una estación, se solicitan los trabajadores necesarios para que lo reparen. Cuando se juntan todos los trabajadores necesarios en la estación, recién ahí comienzan a trabajar.

Los encargados de las grúas y de la recepción no participan en las estaciones de ninguna forma. Los trabajadores de estaciones se pueden mover por cualquier camino que sale marcado en el Layout.

## Salida de los Muebles

Una vez que el mueble ya pasó por las 2 o 3 estaciones, la grúa lleva el mueble directamente hacia la **Salida** que aparece en el Layout. Al llegar a la salida, el mueble sale del taller inmediatamente (sale del sistema).

## Ejemplo

El flujo de un mueble cualquiera sería el siguiente:

* Llega un cargamento con varios muebles en la entrada del taller.
* Apenas se desocupa una grúa, ésta mueve el mueble hasta la recepción (también lleva otro mueble para aprovechar el viaje).
* El mueble se queda en la recepción hasta que el encargado lo etiqueta.
* Apenas se desocupa una grúa, ésta mueve el mueble hasta la estación 1 (supongamos que irá a las estaciones en orden 1-2-3).
* El mueble espera en la estación 1 hasta que llega un trabajador y se libere uno de los 3 puestos de la estación.
* El trabajador trabaja sobre el mueble en la estación 1.
* Apenas se desocupa una grúa, ésta mueve el mueble hasta la estación 2.
* El mueble espera en la estación 2 hasta que lleguen 2 trabajadores y se libere uno de los 2 puestos de la estación.
* Los 2 trabajadores trabajan sobre el mueble en la estación 2.
* Apenas se desocupa una grúa, ésta mueve el mueble hasta la estación 3.
* El mueble espera en la estación 3 hasta que lleguen 3 trabajadores y se libere el único puesto de la estación.
* Los 3 trabajadores trabajan sobre el mueble en la estación 3.
* Apenas se desocupa una grúa, ésta mueve el mueble hasta la salida, donde sale del sistema.

## Dudas

Si existen dudas de enunciado, pueden dejar sus comentarios en el foro del Siding. Si hay algún detalle de comportamiento de los trabajadores/grúas que no se especifique en el enunciado, utilicen los valores por defecto de Simio.

# Preguntas

Entregue el desarrollo de la tarea en un archivo Word o PDF, donde se muestre la respuesta a las preguntas de las 3 partes. Además, incluya un archivo en Simio para cada parte.

## Parte A:

Modele el taller descrito en su totalidad. Para esta pregunta, considere que todos los muebles pasan por los 3 talleres en el orden 1-2-3 y que siempre hay 6 trabajadores de estaciones a toda hora.

Debe entregar el modelo con el siguiente nombre: “NOMBRE\_APELLIDO-TareaA.spfx”.

Realice 30 réplicas de un solo día (comenzando a las 0:00 horas) y responda lo siguiente:

* Explique BREVEMENTE cómo logró implementar las lógicas del sistema (las Llegadas, Grúas, Recepción, Estaciones, Trabajadores y Salidas) en el modelo Simio. Mencione si usó objetos específicos, states, properties, processes etc.
* Obtenga el **Tiempo en el Sistema** (tiempo desde que entra hasta que sale un mueble) **Promedio** de todos los muebles que pasaron por el sistema. Indique el intervalo de confianza de esta media con un nivel de confianza del 95%.

(Calcule primero el Tiempo en el Sistema Promedio de cada réplica. Con esto obtendrá 30 valores promedio, con los que calculará el promedio general y el intervalo de confianza).

* Grafique el **Tiempo en el Sistema Promedio** de un mueble según hora del día (agrupe los muebles según la hora en que entraron al sistema, por ejemplo, si llegó a las 11:34, va al tramo 11). Haga esto solamente desde las 0 hasta las 18 horas inclusive. Si en alguna réplica no llegan muebles en un tramo, calcule el promedio con las demás réplicas en ese tramo.

(Calcule los valores de cada intervalo de cada réplica y luego promedie los valores por intervalo para generar el gráfico general. No es necesario que grafique cada réplica, basta con el general).

* + Responda redactando: ¿Cuál es el horario con peor indicador? ¿Por qué ocurre esto?

## Parte B:

Mejore el modelo de la parte A, haciendo que los muebles no siempre pasen por las estaciones en el mismo orden. Utilice la siguiente tabla donde salen las probabilidades de que un mueble tenga una secuencia específica (HINT: puede usar “sequence tables” y el step “SetRow” y/o el property “sequence” de las entidades):

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Mueble | Secuencia de Estaciones | Probabilidad |
| A | 1-2-3 | 25% |
| B | 1-3 | 20% |
| C | 2-1 | 15% |
| D | 3-2 | 10% |
| E | 3-2-3 | 5% |
| F | 2-1-2 | 25% |

Debe entregar el modelo con el siguiente nombre: “NOMBRE\_APELLIDO-TareaB.spfx”.

Realice 30 réplicas de un solo día (comenzando a las 0:00 horas) y responda lo siguiente:

* Explique BREVEMENTE cómo logró implementar la secuencia de estaciones de los muebles.
* Grafique el **Tiempo en el Sistema Promedio** global de cada tipo de mueble. Incluya en el gráfico el intervalo de confianza con 95% de confianza.

(Calcule primero el Tiempo en el Sistema Promedio de cada mueble para cada réplica. Con esto obtendrá 30 valores promedio por mueble, con los que calculará el promedio general y el intervalo de confianza para cada uno).

* + Responda: ¿Cuál es el tipo de mueble que está más tiempo en el sistema? Explique por qué tiene sentido este resultado.

## Parte C:

Mejore el modelo de la parte A (sin incorporar los cambios de la parte B), haciendo que los trabajadores de las estaciones tengan turnos laborales. En vez de tener 6 personas las 24 horas, ahora contarán con tres turnos donde se distribuye la misma cantidad de horas hombre, pero en otros horarios para ajustarse mejor a la demanda. Los turnos son los siguientes:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Hora Inicio | Hora Término | Cantidad de Trabajadores de Estaciones |
| 07:00 | 15:00 | 7 |
| 15:00 | 23:00 | 6 |
| 23:00 | 07:00 | 5 |

Asuma que los cambios de turno no toman tiempo. No es necesario hacer que los trabajadores caminen al salir y entrar al taller, basta con que estén “activos” e “inactivos” en los horarios correspondientes.

Cuando se acaba el turno de un trabajador que está ocupado, debe tener precaución que los muebles no queden “atrapados” en el sistema (porque se fue el trabajador que los atendía). Puede tomar cualquiera de estos 3 supuestos para hacer el trabajo (el que le acomode más):

1. Los trabajadores terminan todos los trabajos que tenían pendiente antes de irse.
2. Los trabajadores terminan solo el trabajo actual que están haciendo y luego se van.
3. Los trabajadores se detienen en la mitad del trabajo, se van y otro trabajador del turno nuevo lo retoma.

Debe entregar el modelo con el siguiente nombre: “NOMBRE\_APELLIDO-TareaC.spfx”.

Realice 30 réplicas de un solo día (comenzando a las 0:00 horas) y responda lo siguiente:

* Explique BREVEMENTE cómo logró implementar los turnos de los trabajadores de las estaciones.
* Grafique los 2 gráficos vistos en la Parte A, pero esta vez para esta nueva configuración de turnos.
  + Responda: ¿Cómo se comparan estos gráficos con los de la Parte A? ¿A qué se debe esta diferencia? ¿Cuál de los dos sistemas de turnos recomienda: 6 personas las 24 horas o el por turnos visto ahora?