

Primer Proyecto de Simulación

Autor: Henry Estévez Gómez C-411

1. La Cocina de Kojo (Kojo's Kitchen)

La cocina de Kojo es uno de los puestos de comida rápida en un centro comercial. El centro comercial está abierto entre las 10:00 am y las 9:00 pm cada día. En este lugar se sirven dos tipos de productos: sándwiches y sushi. Para los objetivos de este proyecto se asumirá que existen solo dos tipos de consumidores: unos consumen solo sándwiches y los otros consumen solo productos de la gama del sushi. En Kojo hay dos períodos de hora pico durante un día de trabajo; uno entre las 11:30 am y la 1:30 pm, y el otro entre las 5:00 pm y las 7:00 pm. El intervalo de tiempo entre el arribo de un consumidor y el de otro no es homogéneo pero, por conveniencia, se asumirá que es homogéneo. El intervalo de tiempo de los segmentos homogéneos, distribuye de forma exponencial.

Actualmente dos empleados trabajan todo el día preparando sándwiches y sushi para los consumidores. El tiempo de preparación depende del producto en cuestión. Estos distribuyen de forma uniforme, en un rango de 3 a 5 minutos para la preparación de sándwiches y entre 5 y 8 minutos para la preparación de sushi.

El administrador de Kojo está muy feliz con el negocio, pero ha estado recibiendo quejas de los consumidores por la demora de sus peticiones. Él está interesado en explorar algunas opciones de distribución del personal para reducir el número de quejas. Su interés está centrado en comparar la situación actual con una opción alternativa donde se emplea un tercer empleado durante los períodos más ocupados. La medida del desempeño de estas opciones estará dada por el porcentaje de consumidores que espera más de 5 minutos por un servicio durante el curso de un día de trabajo.

Se desea obtener el porcentaje de consumidores que esperan más de 5 minutos cuando solo dos empleados están trabajando y este mismo dato agregando un empleado en las horas pico.

2. Principales Ideas seguidas para la solución del problema:

Nuestro problema comienza con la llegada de los clientes la cual se divide por la hora de arribo en 5 segmentos homogéneos de los cuales depende el parámetro λ de la distribución exponencial que siguen. Dos de estos segmentos son las horas picos donde los clientes arriban con mayor frecuencia, es decir menor valor de λ en su distribución, mientras que los otros tres segmentos son los horarios normales donde la llegada distribuye con un valor de λ un poco mayor a los horarios picos. Unido a esto se encuentra el tipo de consumidor que puede ser de sándwiches o sushi y esto se decide con una Bernoulli(1/2). Luego el tiempo que demora un empleado en atender a un consumidor sigue una distribución uniforme que depende del tipo de consumidor, en un rango de 3 a 5 minutos para los consumidores de sándwiches y entre 5 y 8 minutos para los de sushi.

Existen dos tipos de eventos que desplazan el tiempo de la simulación que son la llegada y salida de un cliente a la cocina.

Una vez un cliente llegue es colocado en la cola de clientes hasta que exista un empleado disponible para atenderlo. Una vez exista un empleado disponible el primer cliente de la cola pasa a ser atendido y al terminar sale de la tienda.

La cola es común para todos los empleados que se encuentren trabajando en el momento.

El tiempo de espera a calcular por cada cliente se toma como el tiempo que transcurre entre su llegada y su salida descontando el tiempo de demora establecido para la preparación de su comida, por lo que sería el tiempo transcurrido entre su llegada y una vez paso a ser atendido ya que no se contemplan tiempos para pasar de la cola a ser atendido, ni de terminar de ser atendido a salir de la tienda por lo cual se asume que estas operaciones no tardan tiempo.

Si nos encontramos probando el caso en que agregamos un tercer empleado en los horarios picos cuando se realice un evento que desplazca el tiempo de una hora normal a un horario pico se habilitará al tercer empleado, en caso de que en ese momento existan clientes en cola se le pasará el cliente en turno para que este lo atienda. Luego una vez se realice un evento que desplazca el tiempo de una horario pico a una hora normal si este empleado extra no se encuentra atendiendo a nadie se inhabilita del trabajo inmediatamente, en caso que este prestando servicio a un consumidor se espera a que termine de hacerlo para inhabilitarlo.

Si al considerar la cocina cerrada aun quedan clientes siendo atendidos o en cola, es decir que arribaron en un horario donde se encontraba abierta estos terminan de ser atendidos lo que significa que la cocina se encontraría cerrada para la llegada de nuevos clientes pero mantendría su funcionamiento. Esto puede verse como que la cola de clientes se realiza dentro del local de la cocina.

La cocina se considera cerrada de dos formas si el tiempo supera la hora de cierre de la misma o si el horario del próximo arribo supera la hora de cierre. En este último podemos considerarla cerrada ya que sabemos que no va a arribar ningún nuevo cliente en el tiempo que le resta abierta y que aunque la consideremos cerrada continúa su funcionamiento con los clientes de la cola y los atendidos como explicamos anteriormente.

3. Modelo de Simulación de Eventos Discretos desarrollado para resolver el problema

Basándonos en todo lo explicado anteriormente el Modelo utilizado fue de múltiples servidores en paralelos, es decir, cuando

llega un cliente este es atendido por el servidor que se encuentre vacío y si los dos están llenos entonces espera en la cola. En este caso se van generando la llegada de clientes estos al arribar pasan por la cola guardando su tiempo de arribo y el tipo de consumidor, si en ese instante existe un cocinero disponible pasa a ser atendido si no espera en la cola a que alguno se habilite para atenderlo. Una vez un cliente pasa a ser atendido se calcula el tiempo que tardó desde su llegada a que lo atendieran, este se guarda y se compara para contar todos los consumidores que tarden más de 5 minutos, se genera el tiempo que va a tardar siendo atendido y una vez termine de ser atendido abandona la cocina. La única diferencia entre el modelo empleado en este problema y el clásico es que en un caso debemos agregar un servidor más durante un tiempo de la simulación por lo que se le añadió un boolean para saber si estamos empleando ese caso y si es así, como explicamos anteriormente, cuando se realice un evento que desplazca el tiempo dentro de la hora pico se habilita el tercer empleado y luego cuando se desplazca fuera de hora pico y no se encuentre prestando su servicio se vuelve a inhabilitar. Retornamos los tiempos de espera de todos los clientes, la cantidad de clientes que atendió cada empleado, la cantidad de platillos de cada tipo entregados y el promedio de clientes que esperaron más de 5 minutos para ser atendidos.

4.Consideraciones obtenidas a partir de la ejecución de las simulaciones del problema

A continuación los resultados obtenidos después de 25 días de trabajo simulados en Kojo's Kitchen:

1.Simulación 1 Trabajando solamente con dos empleados:

.El promedio de clientes que arribaron diariamente en la primera simulación es: 136.56

.El promedio de personas diarias atendidas por el empleado1 es: 77.36 y por el empleado2 es: 59.2

.El promedio de platos diarios de suchi e:s 68.44 y de sandwiches es: 68.12

.El promedio de clientes diarios que espera más de 5 minutos en cola para ser atendidos es: 27.08

.La media diaria del porciento de clientes con tiempo de espera mayor que 5 minutos en cola para dos dependientes: 19.62289031331126

2.Simulación 2 Trabajando con dos empleados y agregando un tercero en horarios pico:

El promedio de clientes que arribaron diariamente en la segunda simulacion es: 134.2

El promedio de personas diarias atendidas por el empleado1 es: 64.36, por el empleado2 es 43.92 y por el empleado3 es: 25.92

El promedio de platos diarios de suchi es 66.88 y de sandwiches es 67.32

El promedio de clientes diarios que espera más de 5 minutos en cola para ser atendidos es: 5.32

La media diaria del porciento de clientes con tiempo de espera mayor que 5 minutos en cola para dos dependientes y uno extra en horas picos es: 3.929379287811689

Podemos notar como como el promedio de personas que visitan kojo's kitchen en ambas simulaciones ronda la misma cantidad ya que ambas simulaciones solo diferencian en el uso o no del trabajador extra mientras que la distribución que sigue el arribo de los clientes en ambas sigue siendo el mismo. En ambas simulaciones el empleado1 es el que más clientes recibe ya que es el primero que recibe clientes de estar libre. Podemos notar como el uso del trabajo extra en horas picos disminuye el número de clientes atendidos por los otros dos empleados ya que parte de la carga de clientes a atender se le atribuye a él si está habilitado.

El número de platillos por tipo podemos ver que se asemeja en ambas simulaciones ya que para su decisión utilizamos una Bernoulli.

En cuanto al promedio de clientes diarios que espera más de 5 minutos en cola para ser atendidos se observa que disminuye notablemente con el uso del empleado extra puesto que al distribuir la cantidad de clientes en tres en horas pico no solo se disminuye el trabajo para cada empleado, también se gana eficiencia en cuanto a velocidad de atención se refiere tanto así que podemos observar como la media diaria del porciento de clientes con tiempo de espera mayor que 5 minutos en cola disminuye de un 19.6% de los clientes a un 3.93% de estos por lo que el administrador de Kojo's Kitchen debería utilizarlo con mayor frecuencia o fijo.

Para estas simulaciones estimamos que el arribo de los clientes distribuía de manera exponencial con $\lambda = \frac{1}{600}$ en horarios normales y $\lambda = \frac{1}{150}$ en horarios pico ya que trabajamos nuestra simulación en segundos. El aumento de estos valores de λ implicaría el arribo con mayor frecuencia de clientes a la cocina ,por esta razón el valor de lambda en horarios picos es mayor que que en horarios normales. Pudieran variarse los valores de lambda para probar otras simulaciones.

5.El enlace al repositorio del proyecto en Github

<https://github.com/HenryE10/Kojo-s-Kitchen.git>