

Informe del Proyecto de Simulación I

Carlos Bermudez Porto

Grupo C412

C.BERMUDEZ@ESTUDIANTES.MATCOM.UH.CU

Tutor(es): Dr. Yudivian Almeida, *Universidad de La Habana*

1. Orden

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. Modelación del Problema

2.1 Precisiones Iniciales

Teniendo en cuenta lo descrito por el problema podemos notar que los empleados y los clientes pueden ser visto como el problema de las peticiones a un conjunto de servidores(empleados) en paralelo. Esto solo con la variación de que la cantidad de servidores(empleados)

puede variar en el tiempo. El problema nos pide determinar el porcentaje de clientes que espera mas de 5 minutos en ser atendido, en este tiempo de espera no se incluire el tiempo de preparación de los platos pues sino todos los clientes que ordenen sushi siempre saldrían insatisfechos.

2.2 Modelo de Simulación de Eventos Discretos

El modelo usado para resolver el problema lo describiremos a continuación:

2.2.1 VARIABLES UTILIZADAS

t Variable de tiempo.

t_a Tiempo en el que ocurre el próximo llegada de un cliente.

t_i Tiempo en el que termina de ser atendido un cliente por el empleado número i .

T Tiempo en el que termina la simulación.

Q Cola de clientes en espera.

N_a Cantidad de arribos al sistema.

N_d Cantidad de salidas del sistema.

n Cantidad de clientes insatisfechos.

Por comodidad denotemos $G_a()$ como el resultado generar un tiempo entre arribos, $G_o()$ como el resultado generar tiempo de espera hasta la preparación de la orden del un cliente. De la misma forma denotemos la función $w(t)$ la cual nos dara como resultado la cantidad de trabajadores que se encuentran disponibles en un instante t .

2.2.2 INICIALIZACIÓN

Inicializaremos las variables de la siguiente forma:

$$t = 0$$

$$t_a = G_a$$

$$t_i = +\infty \forall i$$

$$N_a = 0$$

$$N_d = 0$$

$$n = 0$$

2.2.3 CASOS DEFINIDOS

Siendo $event = \min(t_a, t_i) \forall i$ tenemos los siguientes casos en cada iteración del algoritmo:

1. $event = +\infty$

Terminar Simulación

2. $event = t_a \wedge t_a \leq T$

$$t = t_a$$

$$N_a = N_a + 1$$

$$t_a = t_a + G_a()$$

$$Si \exists i : t_i = +\infty \wedge i \leq w(t) \implies t_i = t + G_o()$$

Sino agregar t_i a Q

Terminar caso

3. $event = t_a \wedge t_a > T$

$$t_a = +\infty$$

Terminar caso

4. $\exists i : event = t_i$

$$t = t_i$$

$$N_d = N_d + 1$$

$$Si Q = \emptyset \vee i > w(t) \implies t_i = +\infty \wedge \text{Terminar caso}$$

Sacar top de Q

$$Si t - top > 5 \implies n = n + 1$$

$$t_i = t + G_o()$$

Terminar caso

2.3 Código Fuente

Para el modelo anterior desarrollamos un código en python que puede ser descargado desde [1].

3. Resultados

El modelo anterior fue probado usando las siguientes consideraciones. Una unidad de tiempo se tomó como un minuto. El tiempo entre llegadas de los clientes se asumió que es homogéneo y que distribuye $Exp(\lambda)$. Los clientes solo ordenan un único plato, y el tipo de plato ordenado distribuye $Ber(\frac{1}{2})$. El tiempo de preparación de los sushis y los sándwiches distribuye $U(5, 8)$ y $U(3, 5)$ respectivamente. Al terminar la simulación tomamos $p' = \frac{n}{N_d}$ como una estimación de p (probabilidad de que un cliente espere más de 5 minutos). Además también asumimos que los clientes nunca abandonan la cola aunque tengan que esperar demasiado para ser atendidos. Para acercarnos a una mejor estimación de p corremos la simulación un total de 1000 veces y tomamos como aproximación el promedio de los p' calculados en cada simulación. Véase 1.

Viendo los resultados obtenidos se puede ver que con $\lambda = 0.5$, dos minutos en promedio entre llegadas de clientes, casi todos quedan insatisfechos. Esto en

Table 1: Aproximaciones de p

Valores de λ	2 empleados	3 empleados*
$\lambda = 0.50$	0.9649	0.8985
$\lambda = 0.3$	0.4995	0.2850
$\lambda = 0.25$	0.1544	0.0927
$\lambda = 0.20$	0.0640	0.0397
$\lambda = 0.16$	0.0335	0.0211
$\lambda = 0.125$	0.0131	0.0079

*2 empleados mas un ayudante en horarios picos

parte pues todos los platos demoran, en promedio, casi el doble lo que hace que si hay alguien ya atendiendo la cola empiece a crecer haciendo que todos queden insatisfechos. Para esta afluencia de personas ni con ayudante se puede obtener una cantidad significativa de clientes satisfechos. En caso contrario para $\lambda = 0.125$, ocho minutos entre llegadas, casi todos los clientes quedan satisfechos y la utilidad del ayudante no es mucha, esto pues preparar un sushi en el peor de los casos es de 8 minutos y las personas llegarán casi siempre a el puesto vacío. Ya con una persona cada cuatro minutos, $\lambda = 0.25$ se tiene igual una buena afluencia de personas y el porcentaje de personas insatisfechas no es tan alto, algo que se puede resolver en parte con el ayudante pues hace que este baje hasta menos del 10%. Otro caso interesante es para $\lambda = \frac{1}{3}$ donde si bien con dos empleados casi la mitad queda insatisfecha, con el ayudante este porcentaje disminuye hasta casi un cuarto del total.

Podemos terminar por concluir que para las afluencias de 3 a 5 minutos entre clientes se tiene una buena cantidad de clientes satisfechos y con el ayudante esto mejora aun más. Ya para menores afluencias el ayudante es insignificante y el puesto se puede mantener con dos empleados. Con mayores afluencias si evidentemente no se da a basto, ni tan siquiera con ayudante, lo que requeriría un aumento de los empleados a tiempo completo si se quiere asumir esa cantidad de clientes.

References

- [1] Enlace al Proyecto en Github. URL: <https://github.com/stdevCbermudez/proyecto-simulacion-I>.