

Implementación de Servidor de Cola Única en Sanautos S.A.S

Ralph Sliger¹ Caleb Villalba²

Abstract—The implementation of a single queue server within the Sanautos automotive workshop is a useful tool to anticipate the flow of work that will be received over a period of time. To carry out this implementation, the data of the company's presence control software were extracted to obtain the arrival and service times of 4 employees in a period of 6 months. From the results obtained by the algorithm, it is possible to determine if workers has been working efficiently.

I. INTRODUCCIÓN

Un taller automotriz ubicado en la ciudad de Cartagena "Sanautos" ha presentado ineficiencia en la ejecución de sus servicios a causa de embotellamiento. Este embotellamiento causa perdida y desprestigio a la empresa.

En esta se utiliza un software presencia, a partir de este es posible mantener registro de la cantidad de tiempo que permanece un empleado dentro de la planta. Para la realización de este trabajo se obtuvieron los datos necesarios del software de gestión de Sanautos "Spiga" de 4 empleados que mejor utilizaron el software para contabilizar sus horas.

Con este trabajo se busca brindar información sobre la eficiencia de los trabajadores en un periodo de 6 meses desde 01/05/2018 hasta 31/12/2018 y brindar la capacidad de realizar este procedimiento de manera autónoma en la empresa. Se pretende encontrar la razón del problema y analizar cómo se pueden mejorar sus procesos.

A. OBJETIVOS

- Realizar la simulación del sistema de la empresa por medio de un servidor de cola única.
- Hallar la causa del embotellamiento en los trabajos.
- Brindar un analisis del desempeño de los trabajadores

II. ESTADO DEL ARTE

En este texto se tratará el tema de La simulación de sistemas estocásticos. es un tema de interés científico puesto que permite generar datos basados en modelos que simplifican la complejidad natural, A través de técnicas que ayudan a mejorar la comprensión del proceso y a conocer su características y comportamientos que pueden emerger en nuestra variable de estudio. A partir de esto, se pretende investigar El embotellamiento el cual es un tema que ha sido estudiado a lo largo de la historia. Este surgió a principios del siglo XX, cuando el problema de la congestión de tráfico que se presentaba en las redes telefónicas fue estudiado por primera vez desde un enfoque científico por el danés Agner Kraup Erlang. A partir de entonces, esta teoría se ha aplicado a multitud de problemas de la vida real para anticiparse a escenarios y tomar decisiones a partir de estos estudios.

En total se encontraron 3 documentos relacionados con el tema de investigación que se utilizaron como lineamiento para la realización de este trabajo:

- Lopez Hung Eduardo, Lai Gen Joao, Teoria de colas aplicada al estudio de sistema de un servicio de una farmacia
- Gomez Jimenez Alexander, Aplicacion de teoria de colas en una entidad financiera: herramienta para el proceso de atencion al cliente
- Gonzales Vera Pedro Salvador, Aplicacion de la teoria de colas a la atencion al publico de una correduría de seguros.

Estos textos pueden ser agrupados con base al estudio de sistemas aleatorios en las siguientes 2 temáticas: Mejoramiento de atencion al cliente/publico.

En estos textos se resalta la importancia de realizar un estudio exhaustivo al comportamiento de sus usuarios durante la prestación de sus servicios. Puesto que esto es posible aislar variables que pueden afectar el rendimiento del sistema.^{1 2} También cabe resaltar cómo en otro estudio, los días martes después de un día festivo la empresa tiene un comportamiento inusual al igual que el mes de diciembre, que no presenta un comportamiento igual al resto del año, por lo que este mes requiere un estudio aparte.³ Esto nos da entender que existen múltiples variables a considerar a la hora de realizar un estudio y una simulacion de procesos aleatorios.

Con base en la literatura encontrada, es posible establecer ciertos aspectos que para el estudio de este tema. Es importante tener presente en el modelo a implementar, si es un modelo no exponencial o un modelo M/M/s permitirá tener idea sobre el problema que queremos resolver. La metodología o metodologías más idóneas para su estudio son

- Descripción de la empresa
- Contexto económico del sector
- Funcionamiento de la empresa con respecto a los clientes
- Contexto circunstancial
- Toma de datos
- Tratamiento de datos
- Test
- Contrastes estadísticos
- Realización de los test al tiempo entre llegadas
- Realización de los test al tiempo de servicio
- Resultados en estado estable
- Conclusiones

De la información obtenida a partir de los textos consultados se utilizarán los aspectos relacionados con los modelos

*Universidad Tecnológica de Bolívar

matematicos para la simulacion de procesos estocasticos. Adicionalmente, se identificó que existen vacíos en la literatura relacionados con ciencias computacionales. Así pues, esta investigación pretende mostrar una forma moderno de resolver este tipo de problemas

III. MARCO TEÓRICO

Durante la realización de este trabajo se trabajó con varios conceptos, los cuales son necesarios para la comprensión del propósito y los resultados de este. A continuación se dará una breve explicación de estos:

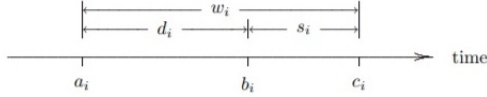


Fig. 1. Representación del Modelo de Servidor de Cola Única

A. Servidor de Cola Única (Single-server Queue)

El algoritmo Single-Server Queue ⁶ (Por convencion, SSQ) es un modelo de simulación de eventos discretos alimentado con tiempos de llegada y de servicio de trabajos. Este modelo es útil para abstraer el comportamiento de un nodo de servicio. Se podrá plantear como ejemplo un cajero de supermercado actuando como este nodo para entender el modelo conceptual de SSQ. En este caso los clientes llegan en tiempos aleatorios buscando ser atendidos, de igual forma el tiempo que duran en ser atendidos es aleatorio. Cuando los clientes terminan de ser atendidos estos se van.

El cajero solo puede atender a una persona al mismo tiempo, por lo que el cliente debe esperar en fila si el cajero está ocupado. Al terminar de atender un cliente, el cajero atiende al siguiente inmediatamente a menos de que se encuentre vacía la fila, en este caso, el cajero estará disponible y listo para atender al siguiente cliente de manera inmediata al llegar. A partir de esto se puede decir que el cajero puede estar ocupado o desocupado, del mismo modo la fila puede estar vacía o no vacía. Si el cajero está desocupado, la fila no puede tener clientes y si la fila no está vacía, el cajero no puede estar desocupado. En este caso se está siguiendo una disciplina de cola FIFO(First In,First Out). Esta dicta que los trabajos serán atendidos en su respectivo orden del llegada. Para modelar este comportamiento se puede abstraer de la siguiente manera:

- El tiempo de llegada del trabajo i es a_i .
- La demora del trabajo i en la cola es $d_i \leq 0$.
- El tiempo en donde el trabajo i empieza el servicio es $b_i = a_i + d_i$.
- El tiempo de servicio de un trabajo i es $s_i > 0$.
- Tiempo que dura el trabajo i en el taller (cola y servicio) es $w_i = d_i + s_i$.
- Tiempo en que el trabajo i completa el servicio (tiempo de salida) es $c_i = a_i + w_i$

B. Generación de números aleatorios

La generación de numeros aleatorios es vital para desarrollar una simulación correctamente. En este caso es requerida

para generar los tiempos de llegada y servicio de cada réplica. Históricamente, los métodos de generación han variado desde las tablas de la corporación RAND con un millón de dígitos hasta los generadores de hardware, algorítmicos y de software. Independientemente del método de generación, este debe cumplir con las siguientes características para poder efectuar una simulación de manera correcta:

- Aleatorio: Su salida debe cumplir con todas las pruebas estadísticas de aleatoriedad.
- Controlable: Se puede reproducir su salida si se desea.
- Portable: Capaz de producir la misma salida en múltiples tipos de sistemas.
- Eficiente: Debe consumir la menor cantidad de recursos computacionales en lo posible.
- Documentado: Debe ser analizado teóricamente y probado exhaustivamente

En esta ocasión se generaron los tiempos de llegada y de servicio a partir de las distribuciones que mejor se ajustan a sus datos. Estas se determinaron a través de Kolmogorov-Smirnov.

C. Intervalos de confianza

Estos hacen parte de las técnicas de estimación estadística por intervalo. En los cuales con un conjunto de datos se estima con cierto nivel de confianza que estara un valor desconocido, estos conjuntos de datos serían las réplicas del SSQ generadas. Los intervalos de confianza se calculan haciendo uso de la siguiente fórmula.

$$\bar{x} \pm \frac{t * s}{\sqrt{n-1}} \quad (1)$$

Donde \bar{t} vendría siendo el valor critico, \bar{x} es la media muestral, s la desviación estándar.

$$\bar{t} = \frac{\bar{x} - \mu}{s/\sqrt{n-1}} \quad (2)$$

Entonces:

$$Pr(\bar{x} - \frac{t * s}{\sqrt{n-1}} \leq \mu \leq \bar{x} + \frac{t * s}{\sqrt{n-1}}) = 1 - \alpha \quad (3)$$

α es el parametro que determinará el porcentaje de error con el que se desea trabajar. $0 < \alpha < 1$. En este trabajo, se cubrió la parte del cálculo de los intervalos de confianza con una funcion en Python creada a su misma vez a partir de la librería SciPy con funciones para hallar los errores y las medias necesarias para estos cálculos.

IV. METODOLOGÍA

La implementación de Servidor de Cola Única en el taller Sanautos se desarrolló un programa con el lenguaje de programación Python. El proceso se puede simplificar en las siguientes secciones.

A. Captura de datos

Inicialmente se obtuvieron los tiempos de llegada y servicio de los 5 trabajadores durante un periodo de 6 meses mediante el software de control de presencia.

B. Pre-procesado de los datos

Para trabajar con los datos obtenidos fue necesario realizar un proceso de limpieza de estos. Esto para maximizar la eficacia del modelo y minimizar los errores de carácter humano al tomar los datos.

C. Determinación de distribuciones de los datos

El modelo de SSQ se alimenta con las listas de tiempos de llegada y de servicio. Para esto se necesitan hallar la distribuciones probabilísticas de los datos de las muestras tomadas con el software de control de presencia para poder generarlos de manera automática posteriormente. Para esto es necesario cerciorarse que los datos son independiente e idénticamente distribuidos, luego, ejecutar un test de Kolmogorov-Smirnov para identificar la distribución que más se ajusta a los tiempos de llegada y de servicio.

D. Generación de tiempos de manera aleatoria

Una vez se obtienen las distribuciones de los tiempos de llegada y de servicio, se procede a realizar las réplicas del servidor de cola única y se calculan los estadísticos de tiempo y trabajo de cada una para hallar posteriormente los intervalos de confianza de estos.

E. Intervalos de confianza

Por último se calculan los intervalos de confianza de los estadísticos obtenidos de cada uno de las réplicas a partir de sus medias muestrales y se presentan al usuario.

V. CONCLUSIONES

A partir de las simulaciones realizadas de cada empleado se obtuvieron los resultados mostrados en la siguiente sección. Estos estadísticos son útiles para obtener información referente al rendimiento de los trabajadores.

Se puede concluir que el desempeño del trabajador depende del tipo de trabajo que este realiza y de la cantidad de trabajos que recibe. En el caso empleado Alfonso se aprecia que el embotellamiento se debe a que los trabajos llegan más rápido de los que este puede atender. A pesar de que el tiempo de servicio es pequeño, los trabajos duran en cola un tiempo considerable.

Se pueden detallar las causas del embotellamiento de los trabajadores a partir del análisis de los estadísticos anteriormente mostrados además de estudiar el funcionamiento del sistema en el mundo real.

VI. RESULTADOS

A partir del programa realizado se obtuvieron los siguientes resultados a partir de los datos obtenidos de uno de los empleados de la empresa:

TABLE I

NUMERO DE TRABAJOS EN EL NODO - TRABAJO

Empleado	Límite inferior	límite superior
Alfonso	194.4803	205.0116
Efrain	42.7570	44.7313
jaime	197.9120	205.5666

TABLE II

TIEMPO DE SERVICIO PROMEDIO

Empleado	Límite inferior	límite superior
Alfonso	0.4852	0.4886
Efrain	0.9946	1.0692
jaime	0.4852	0.4881

REFERENCES

- [1] M.Sc. Ing. Eduardo Lopez Hung ¹, M.Sc. Lic. Lai Gen Joa Triay. ² (2018). Queueing theory applied to the study of the service system of a pharmacy.
- [2] Pedro S. González Vera. (2012-2013). Aplicación de la teoría de colas a la atención pública de una correduría de seguros.
- [3] Fredy A. Gómez Jiménez. (2008). Aplicación de teoría de colas en una entidad financiera: Herramienta para el mejoramiento de los procesos de atención al cliente.
- [4] Birta, L. and Arbez, G. (2007). Modelling and simulation. London: Springer.
- [5] Ahmad Koka, T., Badshah, V. and RAhmad Shah, R. (2017). Single and Multi Server Queueing Models: A Study. 5th ed.
- [6] Leemis, L. and Park, S. (2019). Discrete Event Simulation: A First Course. 6th ed. Pp. 12-25

TABLE III
TASA DE SERVICIO

Empleado	Límite inferior	límite superior
Alfonso	2.0527	2.0674
Efrain	0.9585	1.0693
jaime	2.0532	2.0658

TABLE IV
TIEMPO ENTRE LLEGADA PROMEDIO

Empleado	Límite inferior	límite superior
Alfonso	0.9793	1.0892
Efrain	4.0762	5.9567
jaime	0.9548	1.0222

TABLE V
TASA DE LLEGADA

Empleado	Límite inferior	límite superior
Alfonso	1.1226	1.2584
Efrain	0.2276	0.3211
jaime	1.1200	1.1936

TABLE VI
TIEMPO EN COLA PROMEDIO

Empleado	Límite inferior	límite superior
Alfonso	3.8403	4.1374
Efrain	0.3136	0.3948
jaime	1.2331	1.3024

TABLE X
NUMERO DE TRABAJOS EN SERVICIO

Empleado	Límite inferior	límite superior
Alfonso	0.5423	0.5656
Efrain	0.2377	
jaime	0.5367	0.5551

TABLE VII
TIEMPO DE SALIDA PROMEDIO

Empleado	Límite inferior	límite superior
Alfonso	4.3270	4.6247
Efrain	1.3211	1.4511
jaime	1.7194	1.7896

TABLE VIII
NUMERO DE TRABAJOS EN EL NODO

Empleado	Límite inferior	límite superior
Alfonso	5.2337	5.7747
Efrain	0.3221	0.3852
jaime	1.9557	2.0728

TABLE IX
NUMERO DE TRABAJOS EN COLA

Empleado	Límite inferior	límite superior
Alfonso	4.6877	5.2128
Efrain	0.0809	0.1088
jaime	1.4162	1.5204