

Simulación basada en agentes para el sistema de casillero de maletas de una biblioteca

Darwin Sebastian Diaz Mejia¹ and Christian Guillermo Galvis Leon¹

Universidad de los llanos, Villavicencio, Meta Colombia,
(darwin.diaz - christian.galvis)@unillanos.edu.co,
home page: <http://www.unillanos.edu.co/>

Abstract. Uno de los procesos con que retrasa el ingreso al servicio previo de una biblioteca es el proceso denominado (maletero), a base de experiencias y pruebas se ha denotado que cada persona (afiliado) le corresponde esperar un tiempo aleatorio en la cola para ser atendido. En este tipo de situaciones se busca un método que permita evaluar los escenarios y situaciones en los que los afiliados tardan en ser atendidos de la cola de espera. Debemos empezar reconociendo que algunas de esas posibilidades y limitaciones las estamos todavía descubriendo, y entendemos que este proceso en marcha, apenas empezado, no culminará hasta haber alcanzado una mayor experiencia en simulación, algo de lo que aún no podemos presumir [AMHC07].

Las simulaciones permitan modelar este tipo de evento de colas utilizando distintas herramientas y puntos de referencias. Para empezar a desarrollarla es imprescindible primero elaborar un modelo de simulación (primero uno, luego más de uno) que parta de lo concreto, de necesidades reales. En este informe se presentara un estudio basado en un sistema de modelado basado en agentes para la atención en el (maletero) de la Biblioteca Central Universidad de los llanos.

Keywords: Anylogic, Calidad de Servicio, Modelado basado en agentes, Simulación basada en agentes

1 Introducción

El entorno consta de diferentes variables por las cuales a los afiliados podrían prolongar su tiempo de espera en la cola, puesto que podría suceder que algún afiliado al ser atendido tarde en sacar sus implementos, que el persona encarga se demore atendiendo al afiliado, que el encargado no se encuentre en su lugar. El sistema de atención mejorado debe permitir realizar mejor este proceso siendo eficiente y eficaz. Entre el conjunto de modelos de simulación avanzados en la actualidad (y también entre los más complejos), se encuentran los Modelos Basados en Agentes trata de un modelo híbrido que abarca algunas características de los modelos celulares (como los Autómatas Celulares, AC), pero también puede incorporar propiedades de modelos de (Agent-Based Models). Se dinámicas de

sistemas, estadísticos o de flujos económicos, etc. Es un modelo que además permite a los investigadores estudiar cómo el comportamiento del sistema emerge y está conectado a las características y comportamiento de sus componentes individuales o entender cómo el propio sistema afecta al individuo [Can11].

En este informe presenta un el estudio que se realizó sobre el comportamiento de estudiantes o funcionarios (afiliados) al momento de adquirir un servicio previo en la biblioteca central de las universidad de los llanos, teniendo en cuenta que para ello, dichos afiliados participan en un proceso que requiere un tiempo de esperar para adquirir los servicios en la mayoría de los casos. Existen muchas incógnitas al momento que los afiliados o el encargado entre al sistema, Seguirán las recomendaciones?, Tendrán buena actitud? Cuánto tiempo en tardar una persona en cola? y la recomendaciones qué consecuencias puede traer estas acciones al sistema de estudio?, es por ello que se requieren de técnicas que evalúen los aspectos con las diferentes ambientes, criterios, distribuciones y reacciones. Las simulación basa en agentes es técnica que nos permitirá abarcar mucho de estos aspecto del caso de estudio, para este caso se toma como punto de referencia el proceso realizado por el encargado del maletero para evaluar el comportamiento de los afiliados.

Modelado Basado en Agentes (MBA) Se puede decir que todos construimos modelos, más o menos sencillos, de la realidad que nos rodea, con el objeto de tomar decisiones, modelos que intentamos validar continuamente para asegurar su fiabilidad y aplicabilidad. El modelado es, en definitiva, un proceso de abstracción de la realidad que nos ayuda a entender los principios que la regulan y los fenómenos observados. La característica principal del MBA consiste en la construcción de modelos a partir de la identificación de las entidades que participan en el sistema, los agentes, y las interacciones que tienen lugar entre ellas. El modelo se fundamenta en la observación del sistema objeto de estudio, y que se evitan simplificaciones como agrupar entidades o considerar solamente un agente representativo. Tampoco se reducen por simplicidad las interacciones entre aquellas. Esta característica es altamente diferenciadora de otros modelos que también buscan estudiar sistemas complejos. Por ejemplo, los modelos de dinámica de sistemas se realizan a partir de la intuición del modelador sobre las relaciones de causalidad entre las diversas variables observadas a nivel de sistema (planteamiento descendente). En un modelo basado en agentes se identifican claramente los tipos de agentes que representan las entidades significativas del sistema, sus interacciones, y el entorno en el que están situados los agentes. Los agentes tienen varias características, entre las que destacan las siguientes:

- Son entidades identificables y autocontenidas, con un conjunto de características y reglas que gobiernan su comportamiento y capacidad de toma de decisiones.
- Son autónomos. Los agentes deciden independientemente sus acciones teniendo en cuenta los objetivos que persiguen y el conocimiento que tienen en cada momento.

- Normalmente un agente no tiene un conocimiento completo del sistema, lo cual añade un grado de incertidumbre, además de que sus acciones pueden no tener el efecto deseado por la acción concurrente de los demás agentes.
- Tienen capacidad de adaptar su comportamiento a las circunstancias y basándose en su experiencia. Ello requiere alguna forma de memoria.
- Tienen una serie de rasgos que les sirven para reconocer y distinguir a otros agentes. Esto permite que los agentes pueden interaccionar de forma distinta con unos agentes y otros dependiendo de cómo los categoricen por sus rasgos o afinidades.
- Están situados en un entorno, que pueden sentir y sobre el que pueden actuar, y en el que pueden moverse e interaccionar con otros agentes [MLPO12].

la implementación basada en agentes del modelo propuesto, en la cual se contempla un entorno virtual 3D que fue modelado y programado en la versión para investigador de la plataforma AnyLogic. Este entorno incluye la representación de un escenario basado en las instalaciones de la biblioteca. La plataforma AnyLogic fue elegida debido a que es una herramienta idónea para simulaciones 3D basadas en agentes, ya que permite crear y programar comportamientos en escenarios multiagente, para simular fenómenos y problemas sociales, mediante el modelado de sistemas complejos que evolucionan con el tiempo. En estos sistemas, el programador da un comportamiento dinámico mediante instrucciones en diagramas de estado a agentes que trabajan de manera independiente o colectiva. Cabe destacar que esta herramienta permite definir diferentes tipos de agentes a partir de sus características, denotadas por parámetros y variables; así como de sus comportamientos, denotados como funciones, que pueden tener cada uno de ellos. El período de simulación de un entorno virtual en AnyLogic es en tiempo real y se mide en segundos, el cual puede ser acelerado para obtener resultados de manera más rápida, siempre en concordancia con un tiempo equivalente del mundo físico [ORA⁺15].

2 Motivación

La motivación es esencial al momento de formular una propuesta para la elaboración de un proyecto, da ideas nuevas, abre caminos a una solución más viable y concreta. Para este caso en particular sobre el comportamiento de adquirir el servicio en la biblioteca en la Universidad de los Llanos es promover un mejor funcionamiento en procedimiento de ingreso. Esperando agilizar dar efectividad y eficacia al dicho proceso, otorgando así mejores aportes sobre el servicio. Con las simulaciones se puede brindar un punto de vista más amplio con la garantía de poder analizar y realizar un aporte a ejercicio de este proceso.

3 Descripción del problema

Como influye el sistema de maleteros en la biblioteca central ante los estudiantes que acceden a los servicios prestados. Los estudiantes o funcionarios (afiliados) que desean ingresar a la biblioteca central de la universidad de los llanos

a adquirir sus servicios tienen que pasar por un proceso retardado dadas las políticas del sitio se le conocido como (el maletero), este proceso consiste en situar su moral en unos estantes destinado. Un empleado está a cargo de recibir el moral, asignarlo a un casillero y entregarle al afiliado una tarjeta o ficha con el número de identificación del casillero, el afiliado acepta la ficha y se retira. Dado el caso que un afiliado se acerque a los estantes y encuentre más afiliado pasara a ser parte de cola (fila) de atención. Cuando el afiliado ya ha finalizado sus labores o procesos en la biblioteca central, regresa a los estantes donde entregaran la ficha al empleado, el empleado realiza la búsqueda de los moral del individuo, lo toma, lo entrega y ubica la ficha de nuevo en su lugar.

4 Justificación

La presente investigación se enfocara en el modelado y simulación basada en agente para un punto estratégico para acceder a los servicios de la biblioteca central, debido a que incluye un proceso que se considera retardado. Así que el presente trabajo permitirá analizar el comportamiento de los afiliados, con el cual se propondrá un método para transformar la problemática actual en un proceso más ágil, eficaz y agradable para los afiliados.

5 Solución

La simulación basada en agentes plantea desarrollar las siguientes etapas: Contextualización y análisis del sistema a simular, Modelamiento del sistema, Crear la interfaz gráfica de usuario, Crear escenarios a experimentar, Simular los modelos con un software, Obtener resultados, Analizar resultados. [CCVBAA14]

Se tiene en cuenta que el comportamiento del sistema es inestable ya que no a todo momento el estudiante al llegar a la recepción de la biblioteca central se encontrara fila para adquirir el servicio. El método que se propone es un sistema basado en agentes de colas usando el Anylogic para realizar la simulación de este comportamiento teniendo en cuenta los datos obtenidos en los observaciones, tomados durante un periodo de dos semanas variando las horas en la cual se tomaron los datos y alternado los días para poder visualizar y analizar los cambios en el comportamiento de los afiliados al momento de ingresar al sistema, tanto el tiempo necesario para adquirir el servicio, como el tiempo que demora en abandonarlo y otros factores que tienen significancia en el proceso.

Los datos fueron tomados en un rango de 5 días en hora pico en la biblioteca, los datos que se tuvieron en cuenta fueron: Numero de clientes que entran al sistema, tiempo que se demora el cliente en la cola, tiempo que se demora ser atendido por el maletero, tiempo que el cliente dura en la biblioteca y el tiempo en la cual el cliente vuelve a la cola con el fin de abandonar el sistema, en la siguiente tabla se puede apreciar los datos recolectados:

Datos Registrados				Datos Registrados			
Biblioteca Central Unillanos (1:00 - 2:00)pm				Biblioteca Central Unillanos (1:00 - 2:00)pm			
Hora inicio(min)	Hora final(min)	Diferencia	Tiempo Sistema(seg)	Hora inicio(min)	Hora final(min)	Diferencia	Tiempo Sistema(seg)
3.43	3.59	0.16	9.6	0.59	2.04	1.45	87
4.4	4.52	0.12	7.2	0.59	2.18	1.59	95.4
4.43	5.1	0.67	40.2	3.59	4.12	0.53	31.8
4.45	5.1	0.65	39	6.55	7.3	0.75	45
4.47	5.22	0.75	45.6	7.32	8.16	0.84	50.4
5.31	5.35	0.04	2.4	7.3	8.5	1.2	72
6.58	8.1	1.52	91.2	8.33	8.53	0.2	12
11.32	11.39	0.07	4.2	8.45	9.1	0.65	39
11.47	11.59	0.12	7.2	9.15	9.28	0.13	7.8
14.42	15.08	0.66	39.6	9.34	9.51	0.17	10.2
14.43	15.17	0.74	44.4	9.45	10.3	0.85	51
18.09	18.15	0.06	3.6	12.33	12.36	0.03	1.8
18.43	19.18	0.75	45	12.55	13.04	0.49	29.4
19.47	21.02	1.55	93	13.49	13.58	0.09	5.4
19.59	21.09	1.53	91.8	14.05	14.15	0.1	6
19.59	21.13	1.54	92.4	18.26	18.33	0.07	4.2
21.3	21.49	0.19	11.4	19.53	20.03	0.5	30
21.34	23.14	1.8	108	22.1	22.15	0.05	3
22.11	28.1	5.99	359.4	22.11	22.5	0.39	23.4
27.54	28.2	0.66	39.6	22.29	22.54	0.25	15
27.56	28.3	0.74	44.4	22.5	22.56	0.06	4.8
28.34	29	0.66	39.6	22.51	23	0.49	29.4
28.36	29.16	0.8	48	23.09	23.12	0.03	1.8
28.39	31	2.61	156.6	24.14	24.18	0.04	2.4
30.2	31.16	0.96	57.6	25.33	25.4	0.07	4.2
30.57	32.4	1.83	109.8	26.41	26.41	0	0
32.11	33.4	1.29	77.4	26.42	26.56	0.14	8.4
33	33.5	0.5	30	27.2	27.35	0.15	9
33.06	33.54	0.48	28.8	27.23	27.38	0.15	9
33.11	34.02	0.91	54.6	27.28	27.51	0.23	13.8
33.15	34.07	0.92	55.2	29.28	29.45	0.17	10.2
33.21	34.1	0.89	53.4	30.15	30.24	0.09	5.4
33.24	34.18	0.94	56.4	30.16	30.29	0.13	7.8
34.44	35.17	0.73	43.8	31.2	31.28	0.08	4.8
34.45	35.42	0.97	58.2	32.47	33.01	0.54	32.4
34.52	35.58	1.06	63.6	32.5	33.17	0.67	40.2
34.55	36.04	1.49	89.4	33.25	34	0.75	45
37.15	37.26	0.11	6.6	35.24	36.46	1.22	73.2
37.2	37.28	0.08	4.8	35.27	36.1	0.83	49.8
40.45	40.59	0.14	8.4	36.2	36.3	0.1	6
40.46	41.05	0.59	35.4	36.28	37.17	0.89	53.4
40.47	41.17	0.7	42	38.1	38.2	0.1	6
40.48	41.2	0.72	43.2	38.26	39	0.74	44.4
40.5	42.03	1.53	91.8	40.31	40.4	0.09	5.4
41.3	42.44	1.14	68.4	41.31	41.31	0	0
44.03	44.58	0.55	33	41.33	41.33	0	0
44.08	45.46	1.38	82.8	42.16	42.29	0.09	5.4
45.35	46.5	1.15	69	42.18	42.29	0.11	6.6
47.04	47.13	0.09	5.4	42.22	42.22	0	0
50.1	50.28	0.18	10.8	42.52	42.52	0	0
50.32	50.54	0.22	13.2	44.13	44.24	0.11	6.6
50.34	51.14	0.8	48	44.19	44.48	0.29	17.4
50.35	51.24	0.89	53.4	44.5	45.14	0.68	363.6
52	52.13	0.13	7.8	50.08	50.56	1.22	73.2
53.57	54.28	0.71	42.6	51.11	51.3	1.27	76.2
54.29	54.52	0.23	13.8	51.2	52.38	1.1	66
55.01	55.12	0.11	6.6	52.15	52.3	0.39	23.4
55.03	55.4	0.37	22.2	52.18	52.54	4.12	247.2
55.05	55.46	0.41	24.6	56.1	56.3	1.01	60.6
57.4	58.45	1.05	63	56.5	57.11	0.74	44.4
Total			3038.4	56.52	57.24	1.01	60.6
Prom de tiempo en el sistema			50.64	56.58	57.53	0.95	57
Prom de tiempo en servicio			20.256	Total			2194.8
Prom de tiempo en cola			30.384	Prom de tiempo en el sistema			35.4
				Prom de tiempo en servicio			14.16
				Prom de tiempo en cola			21.24

Por medio de la herramienta de software (Anylogic) se planea implementar un sistema basado en agentes de colas tomando como referencia el ejemplo de

un cajero como primera instancia para el evento del proceso de la biblioteca y como clientes los afiliados del sistema, todo este procedimiento se logra hacer a base de un estudio estadístico con datos reales.

Antes de ser implementados los sistemas, se hicieron unos analisis de los datos tomados y se llego a la conclusion que con la utilizacion de tres distribuciones de probabilidad, el sistema iba a tener el comportamiento adecuado:

Distribución Exponencial: Se usa para aquellas variables que describen el tiempo hasta que se produce un determinado suceso.

$$f(x) = P(x) = \begin{cases} \lambda e^{-\lambda x} & \text{para } x \geq 0 \\ 0 & \text{en caso contrario} \end{cases}$$

Imagen tomada de: <https://es.wikipedia.org/wiki/Distribuci>

Distribucion de Poisson: Es una distribucion de probabilidad discreta que expresa apartir de una frecuencia de ocurrencia media, la probabilidad de que ocurra un determinado numero de eventos durante cierto periodo de tiempo.

$$f(k, \lambda) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!}$$

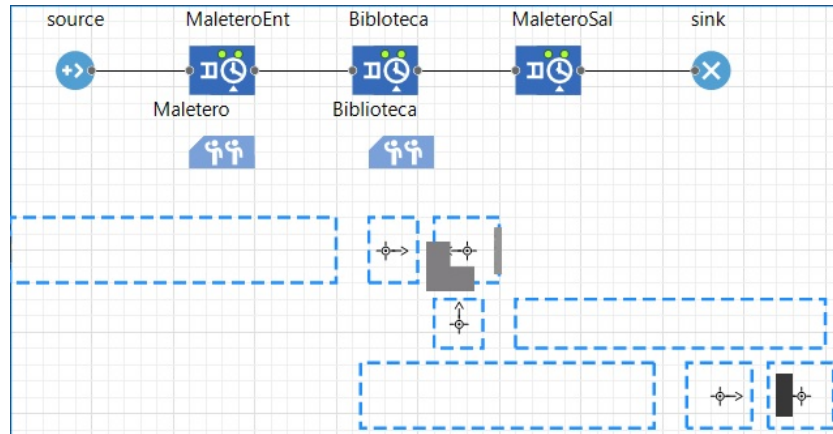
Imagen tomada de: <https://es.wikipedia.org/wiki/Distribuci>

Distribucion Normal: Es una distribucion de probabilidad con variable continua y tiene como objetivo ver la frecuencia aproximada con que suceden los sucesos o fenomenos reales:

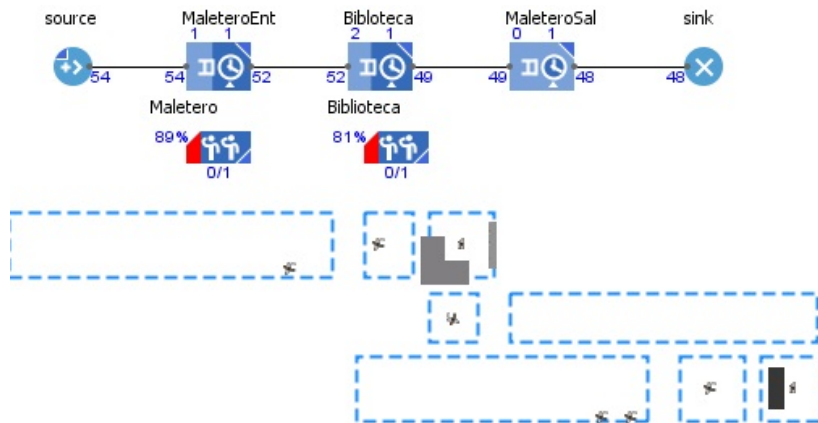
$$\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

Imagen tomada de: <https://es.wikipedia.org/wiki/Distribuci>

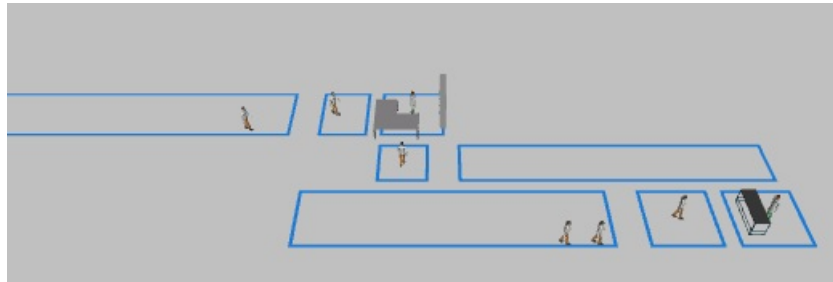
Se realizo un modelo basado en agentes usando Anylogic, se plantea dos modelos en la cual consisten en mostrar el comportamiento actual del sistema y la posible solución a este, aplicando las mejoras al sistema por medio de los estudios que se realizaron en los diferentes dias en la biblioteca. En la siguiente figura se puede visualizar el modelo Asis del sistema actual:



Como se puede observar el sistema consta de una entrada al sistema, se representa por medio del bloque (Source), seguidos de tres bloques (Services) en la cual tienen la función de moldear el sistema, desde el tiempo de duración en la cola y en ser atendido por el maletero, otro bloque está representando el tiempo en que el estudiante tarda en estar en la biblioteca, el siguiente es el caso en el cual el estudiante va a abandonar la biblioteca, lo cual se calcula el tiempo en cola y en ser atendido por el maletero, se tiene en cuenta en primer lugar las unidades de tiempo, estas están en minutos, al final el estudiante abandona el sistema. A continuación se observa la imagen del sistema en ejecución:



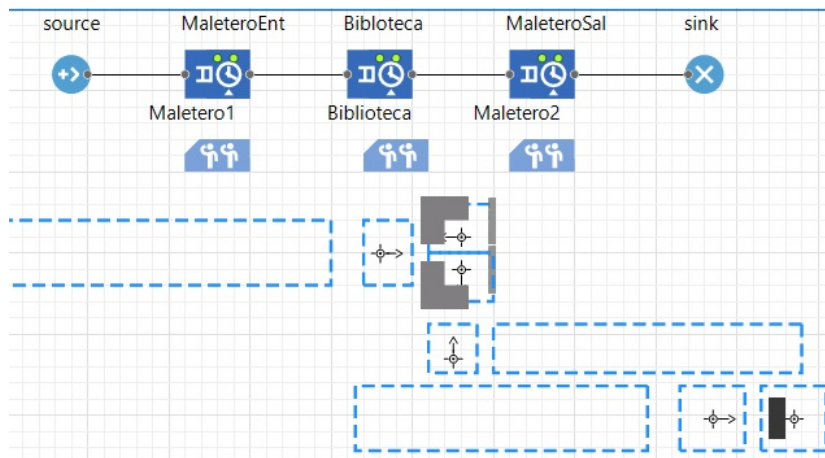
En seguida se observa la ejecución del modelo en su forma 3D, teniendo en cuenta que es el mismo modelo ASIS:



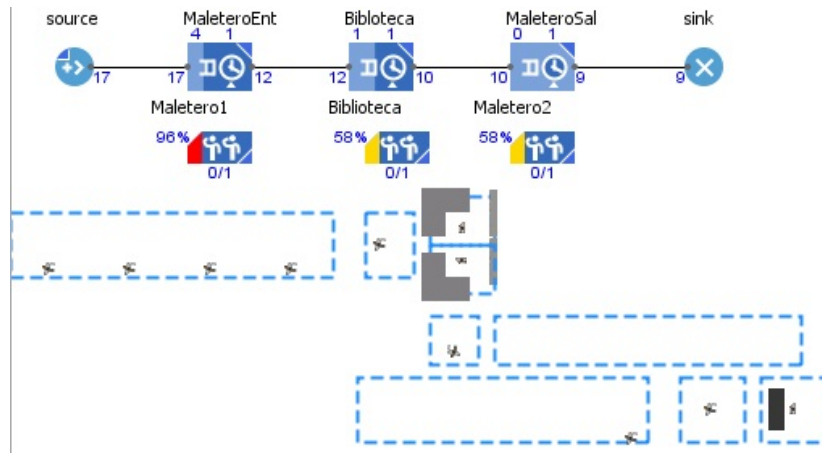
Con lo propuesto anteriormente, el sistema muestra un solo cajero para todo el sistema, en la cual consta de dos filas, la de llegada y la de salida del sistema, se pudo calcular a base de las distribuciones de probabilidad citadas anteriormente, cada una para caso en especial:

- Distribucion Exponencial: Es la encargada de calcular el numero de clientes que llegan al sistema.
- Distribucion de Poisson: Es el numero de clientes que son atendidos en un intervalo de tiempo por el maletero que en este caso toma el rol de un cajero.
- Distribucion Normal: Es el tiempo en la cual los clientes se demoran en el servicio que presta la biblioteca, para despues regresar y salir del sistema.

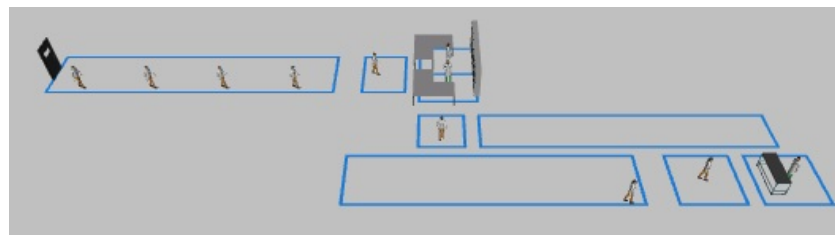
Despues del analisis de los datos que se tomaron y planteados en Anylogic, se llega a la conclusion que el sistema seria mas optimo si contara con un maletero de mas, en la cual tenga la funcion de atender a los estudiantes que abandonan el sistema despues de haber pasado por el servicio de la biblioteca. A continuacion se visualizara las imagenes del sistema aplicando la solucion dada, agregarle un maletero de mas y se pudo observar que el sistema tiene una fluidez mas rapida y optima en funcion del tiempo, la siguiente es el planteamiento del sistema TOBE:



Como se puede observar el sistema consta de una entrada al sistema, se representa por medio del bloque (Source), seguidos de tres bloques (Services) en la cual tienen la función de moldear el sistema, desde el tiempo de duración en la cola y en ser atendido por el maletero que para este caso, son dos maleteros como solución principal que se implementó en Anylogic, otro bloque está representando el tiempo en que el estudiante tarda en estar en la biblioteca, el siguiente es el caso en la cual el estudiante va a abandonar la biblioteca, lo cual se calcula el tiempo en cola y en ser atendido por el maletero, al final el estudiante abandona el sistema, se tiene en cuenta en primer lugar las unidades de tiempo, esta en minutos. A continuación se observa la imagen del sistema en ejecución:



En seguida se observa la ejecución del modelo en su forma 3D, teniendo en cuenta que es el mismo modelo TOBE:



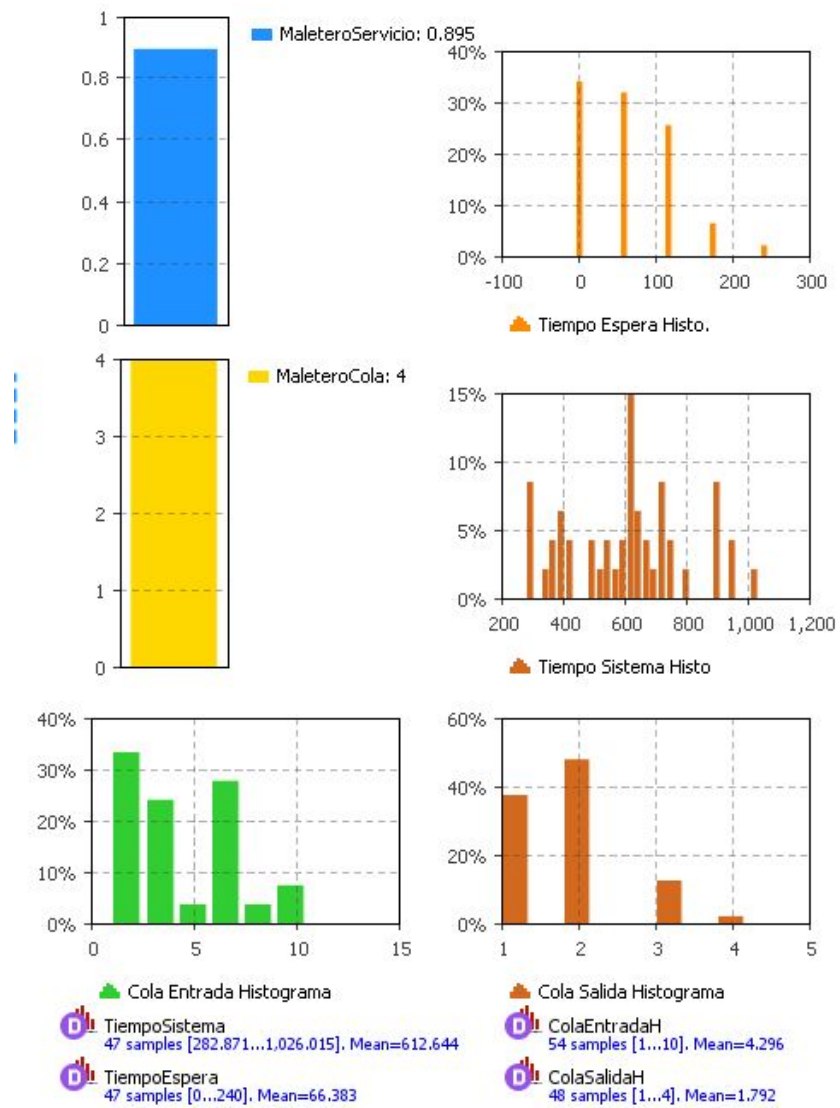


Imagen de Datos Modelo As-is

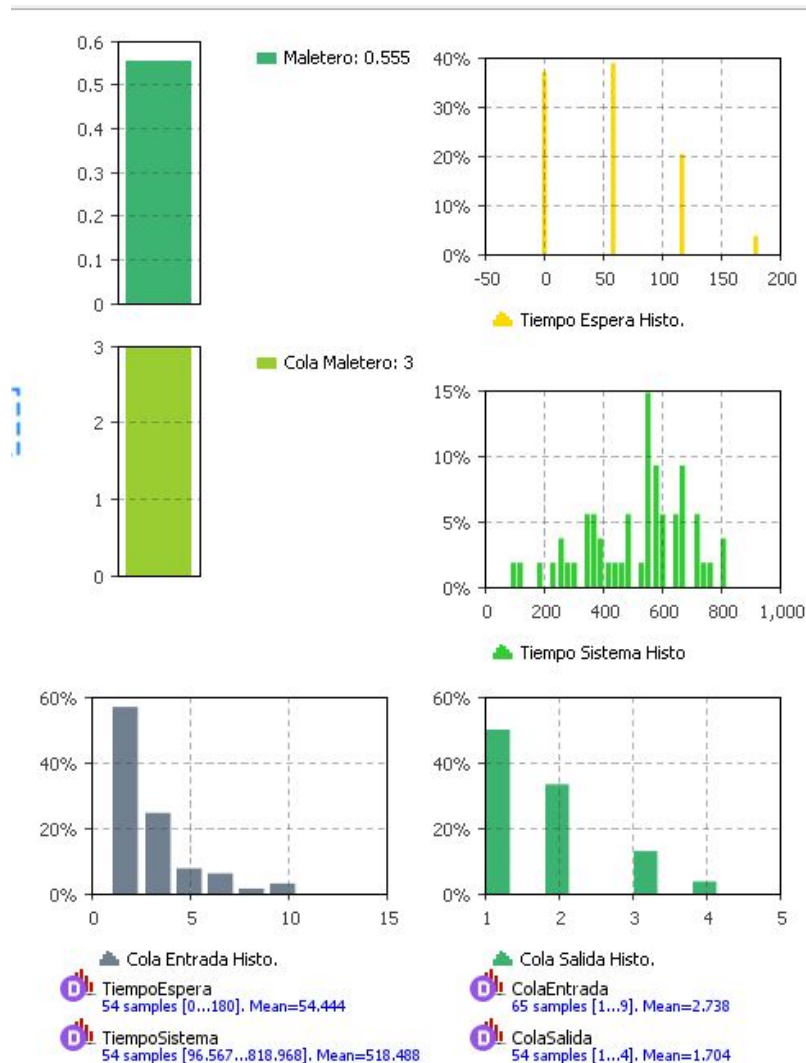


Imagen de Datos Modelo To-be

En la simulación As-is se pueden hacer los análisis de que los resultados hay mayor dispersión en los valores de las cola de entrada, el uso del sistema está en 89% y la fila de espera tuvo que ser expandida dado que en algunas simulaciones esta se colapsaba. Mientras que la simulación del To-be hay menor dispersión y se concentran en los valores más bajos de cliente en cola y el sistema paso a un uso 55% de uso. Al realizarse la simulación inicial se toma la distribución de probabilidad exponencial como fuente de llegada de los afiliados al sistema, la distribución de probabilidad poisson como el número de atendidos por unidad de tiempo en el maletero y la distribución de probabilidad normal como el tiempo que se demorar un afiliado en ingresar a la biblioteca y ser atendidos.

6 Metodo Propuesto

Se tiene en cuenta que el comportamiento del sistema es inestable ya que no a todo momento el estudiante al llegar a la recepción de la biblioteca central se encontrara fila para adquirir el servicio. El método que se propone es un sistema de colas usando el Anylogic para realizar la simulación de este comportamiento teniendo en cuenta los tiempos tomados durante dos semanas variando las horas en la cual se tomaron los datos cada dos días para poder visualizar que cambios sufre el sistema, tanto en tiempo de adquirir el servicio, la demora en abandonarlo y otros factores que tienen pequeños cambios en diversas horas del día. Por medio del software Anylogic se planea implementar un sistema de colas con un solo cajero como primera instancia para el caso de la biblioteca central de la universidad de los Llanos y con ciertos clientes que llegan al sistema que para el caso son estudiantes, ahora también algunas veces en la recepción se encuentran dos personas en la recepción atendiendo a los estudiantes por lo tanto el sistema puede ir fluyendo de una manera más rápida de lo normal, todo este procedimiento se logra hacer a base de un estudio estadístico con datos reales.

7 Conclusiones

Se concluye que el trabajo realizado anteriormente puede contribuir a mejorar el sistema de atención en proceso del maletero de la biblioteca central de Universidad de los llanos, de esta manera se debe resaltar que la implementación del sistema basado en agentes se tuvieron en cuenta las variables más relevantes para su adecuación. Dentro de los puntos considerados se tiene que tener en cuenta la importancia de la eficacia y eficiencia de los procesos a los que acceden los afiliados dentro de la biblioteca. La simulación implementada de los servicios involucra un (As-Is - To-Be) donde el As-Is representa proceso y su funcionamiento actual y el To-Be una posible solución planteada que demuestra mejoras en el desarrollo del problemática. Se puede realizar trabajos futuros planteando una mejor solución como un sistema autónomo de casillero que permitiera un mayor desempeño.

References

- [AMHC07] Milln Arroyo Menéndez and Samer Hassan Collado. Simulación de procesos sociales basada en agentes software. *Empiria. Revista de metodología de ciencias sociales*, 0(14):139, 10 2007.
- [Can11] Carolina de Carvalho Cantergiani. MODELOS BASADOS EN AGENTES APLICADOS A ESTUDIOS URBANOS: UNA APROXIMACIÓN TEÓRICA. *MODELOS BASADOS EN AGENTES APLICADOS A ESTUDIOS URBANOS: UNA APROXIMACIÓN TEÓRICA*, 17(0):2343, 2011.

- [CCVBAA14] Mauro Callejas-Cuervo, Helver. A Valero-Bustos, and Andrea. C Alarcón-Aldana. Agentes de Software como Herramienta para medir la Calidad de Servicio Prestado en un Sistema de Transporte Público Colectivo Urbano. *Información tecnológica*, 25(5):147–154, 2014.
- [MLPO12] Juan Pavn Mestras, Adolfo López-Paredes, and Jos Manuel Galn Ordax. Modelado basado en agentes para el estudio de sistemas complejos. *Novática*, 218:13–18, 2012.
- [ORA⁺15] Fabín Beltrn Osnaya, Hctor Rafael, Orozco Aguirre, Victor Manuel, and Landassuri Moreno. Simulación 3D Basada en Agentes de Robo y Asalto a Transeúntes 3D Simulation based on Robbery Agents and Assaults of Passersby. *Simulación 3D Basada en Agentes de Robo y Asalto a Transeúntes*, 107:87–97, 2015.