# Referencia

Chen, Y., Kuo, Y. H., Balasubramanian, H. & Wen, C. (2015). Using simulation to examine appointment overbooking schemes for a medical imaging center. *Winter Simulation Conference* (p./pp. 1307-1318), : IEEE/ACM. ISBN: 978-1-4673-9741-4

# Conceptos clave

* Comportamiento de no-presencia del paciente: se refiere a la práctica de incumplimiento de citas médicas por parte de los usuarios de este sistema que previamente ya han agendado un espacio para atención. Es uno de los factores más disruptivos para los sistemas de atención en salud y es culpable de muchas ineficiencias en los mismos.
* Esquemas de exceso de reservas: se refiere a las diferentes propuestas empleadas para la asignación de más de una cita concurrentemente, con el fin de evitar tiempo ocioso de los recursos valiosos. Se utilizan para contrarrestar los impactos negativos del comportamiento de no-presencia y la impuntualidad de los pacientes.
* Reglas de asignación de citas: son aquellas que determinan el diseño general de un sistema de asignación de citas (Appointment System), al especificar qué número de pacientes deben ser atendidos en cada intervalo de tiempo definido. Algunos ejemplos de estas reglas incluyen: la regla del intervalo fijo individual y las reglas tipo OFFSET (que programa a los pacientes iniciales antes de su hora real de cita y los posteriores son programados después de esta hora real) y DOME (que fija los intervalos de atención más largos durante el día, mientras que al comienzo y al final del mismo los acorta).
* Tiempo ocioso de los recursos: para este caso particular, se refiere al tiempo en el que el personal especializado no está atendiendo a ninguna instancia.
* Tiempo extra: para este caso de estudio, se refiere al tiempo que emplearán los recursos especializados en atención a pacientes después de las 6 pm.
* Tiempo de espera promedio: en este caso particular, se refiere al tiempo que deben esperar los pacientes antes de ser atendidos por un recurso especializado.
* Periodo de calentamiento: se refiere al tiempo que una simulación de un modelo toma para alcanzar un estado estable. Para este caso particular fue de 5 días, pues después de este tiempo, el modelo puede simular condiciones habituales del sistema considerado.
* Indicadores clave de desempeño: son métricas que se utilizan para cuantificar el desempeño y los resultados arrojados por las reglas de asignación de citas utilizadas. En este caso particular, se expresaron en términos del tiempo total extra, el tiempo promedio de espera por paciente, el tiempo ocioso para los recursos especializados y el número de pacientes atendidos por día.
* Réplicas de una simulación: se refiere a la cantidad de veces que se correrá la simulación, bajo las mismas condiciones, pero utilizando un conjunto de números aleatorios distinto. Esto contribuye a lograr la estabilidad de la varianza de los promedios calculados por ejemplo.
* Sistema de atención FIFO: por sus siglas en inglés indica “First in, first out”, de manera que, las entidades evacuarán el sistema de acuerdo con su orden de llegada. El primero en entrar, será el primero en salir.
* Tasa de “overbooking”: porcentaje de los intervalos de tiempo que ya han sido asignados a más de una cita. Para este estudio, se fijó como la suma de las probabilidades de no-presencia de los pacientes y la no necesidad de lo que los autores llaman “fasting”.

# Aplicación y resultados

Los autores presentaron un modelo de simulación multiservidor calibrado empíricamente para hacer frente a un problema real de asignación de citas en un centro de diagnóstico de imágenes en el hospital de Macau. Dicho centro estaba experimentando un aumento en la demanda y además estaba siendo ineficiente en su atención debido a la impuntualidad e incumplimiento de citas de sus pacientes. El objetivo entonces era aumentar la eficiencia del centro, reduciendo el tiempo ocioso de los recursos especializados y manteniendo en niveles aceptables las tasas de atención y espera de los pacientes.

El equipo recolectó los siguientes datos para los meses de Enero, Febrero y Marzo de 2015: fechas y horas de las llamadas de los pacientes para solicitar citas, las fechas y horas de dichas citas, el número de diagnósticos para cada paciente (a medida que reciben más diagnósticos, la consulta toma más tiempo), las horas de llegada de los pacientes, inicio y fin de las citas y también la hora de partida de cada entidad.

Con esta información, se obtuvieron las distribuciones de probabilidad de los procesos involucrados. Así, las llegadas siguen distribuciones exponenciales y los procesos de atención, llegada tarde y probabilidad de incumplimiento, entre otros, siguen distribuciones empíricas.

Posteriormente, se simularon 25 días del centro, con un periodo de calentamiento de 5 días y se llevaron a cabo 10 réplicas de la simulación. En total, se simularon 200 días y 4875 pacientes para el modelo conceptual que los autores describen y que consiste básicamente de la llegada de las entidades (una vez llaman a pedir una cita), su atención médica (por varios recursos especializados) y su posterior partida, teniendo en cuenta claramente, las interacciones del sistema con los procesos de impuntualidad e incumplimiento.

Se simuló el impacto de cuatro esquemas de asignación de citas: uno sin sobreasignación de citas, que corresponde al funcionamiento del sistema actual del centro (IBFI), uno con sobreasignación que utilizaba una tasa n de sobreasignación (n-IBFI), uno con sobreasignación que además determina cuándo empieza cada intervalo de atención (n-Dome), uno que determina qué intervalos deben ser sobreagendados (n-2BEG-Revised) y otro que integra las dos últimas reglas (n-2BGDM).

En general, todos los modelos que utilizan una tasa de sobreasignación (es decir, los últimos 4) mejoraron la productividad del centro disminuyendo los tiempos ociosos y aumentando el número de pacientes atendidos pero a costa del tiempo de espera de los mismos. Sin embargo, el modelo n-2BGDM será elegido como el más adecuado porque minimiza ese tiempo promedio de espera por entidad a casi 16 minutos. Además, redujo el tiempo extra en un 58.32%, el tiempo ocioso en un 23.65% y el número de pacientes atendidos se incrementó en 15.9%. Estos últimos indicadores fueron similares para los demás modelos con sobreasignación.