

La regla general es que cada cliente tendrá proyectos que consten de servicios que se solicitan y negocian de manera periódica y que cada vez son evaluados por nosotros para determinar el precio y el tiempo al que nos comprometemos, lo cual al comparar con las expectativas del cliente se transformará en una probabilidad de éxito de acuerdo, y luego en un resultado de ausencia o existencia de acuerdo, en cuyo caso se realizará por completo el servicio.

Por tanto en nuestra simulación en vez de llenar con tablas estáticas lo que definiremos son reglas, y lo que avanzará es el tiempo el cual irá determinando acciones que ocurrirán y definirán nuestros movimientos financieros.

A continuación detallamos la lista de reglas y simplificaciones que se toman para cada aspecto de la simulación.

Tipos de datos y su función

Para la tipificación de los datos de entrada utilizaremos una estrategia llamada optimización robusta bajo incertidumbre que separa los datos de entrada en 3 categorías, observacional, latente, y de decisión.

El primer tipo de información input que utilizamos es aquella que definen el contexto de las operaciones y producciones llamados **datos observacionales**, mucha de la cual ya se modeló en nuestro caso para definir las tablas base. En implementaciones reales de la herramienta esta información corresponde a observaciones concretas de la realidad que no tienen incertidumbre asociada y no dependen de nuestras decisiones como los precios y tiempos de entrega de los insumos. Como estos datos en la realidad se obtienen de la observación y medición directa, los asumiremos como razonablemente realistas en nuestra simulación y no planearemos perturbarlos sistemáticamente.

Luego están los datos input inferidos llamados **parámetros latentes**, es decir aquellos que tampoco dependen de nosotros pero que solo podemos observar indirectamente en implementaciones reales como las reglas que determinan si llega

o se va un cliente porque nosotros solo observamos sus idas o llegadas, o las reglas detrás de la aceptación o rechazo de cotizaciones. Estas son reglas que en la realidad no tienen funciones analíticas definidas y tienen incertidumbre intrínseca pero que nosotros tanto en nuestra simulación inicial como en las implementaciones reales futuras tenemos que modelar de alguna manera que sea ojalá lo suficientemente simple y realista. En nuestra simulación partiremos con un set dado de datos inferidos simplemente para obtener nuestros primeros resultados, pero en futuras simulaciones e implementaciones reales estos datos inferidos se perturbarán (en la medida que sigan siendo consistentes con las observaciones) para que al mostrarnos que tanto cambian los resultados con las perturbaciones nos den una idea de que tan confiables y significativos son las conclusiones de nuestra simulación.

Finalmente están los datos input de **decisiones de control** que también se obtienen directamente pero que dependen de las decisiones de la empresa como a que proveedor comprar o la regla de precios que ofrecer. En la simulación vamos a usar nuevamente un input de decisiones inicial para obtener los primeros resultados, pero en simulaciones e implementaciones reales futuras los perturbaremos para encontrar las mejoras en el proceso productivo de la empresa.

Mi estrategia es usar los datos observacionales como fijos, los latentes como parámetros a perturbar para medir niveles de certeza y los de decisiones para determinar las mejoras y sus niveles de confianza. Mi idea general es que en implementaciones reales y simulaciones futuras voy a medir los observacionales, luego determinar un conjunto de sets de parámetros latentes que sean consistentes con los observacionales, y para cada set de parámetros latentes calcular un conjunto de set de datos de decisiones de control, por tanto las mejoras en decisiones propuestas finalmente serán a grandes rasgos las que entregan los mejores resultados para la mayoría de sets de parámetros latentes que sean consistentes con los datos observacionales.

Llegada y retiro de clientes

Para la llegada de clientes pienso considerar que está dominada por difusión propia (no necesariamente de otros clientes para que no dependa de fracción de éxito de

proyectos y se complique mucho) y por “saturación” de posibilidad de mercado. Es decir considerar una etapa inicial en la que la velocidad de llegada de clientes aumenta y una etapa avanzada en que disminuye la velocidad de llegada de clientes porque ya estamos abarcando una parte significativa de los potenciales clientes que podríamos abarcar.

Luego los clientes van a ir “presentando” proyectos que constan de servicios periódicos. Si cada servicio se realiza o no depende de la probabilidad de aceptación del cliente que a su vez depende de la comparación entre las expectativas de pago y tiempo del cliente comparado con lo que nosotros le ofrecemos. Por ahora vamos a establecer que un cliente va a continuar el proyecto mientras todos los servicios hayan sido exitosos y va a renunciar para siempre con nosotros si falla un proyecto

Proyectos de clientes

Por simplicidad cada cliente va a presentar 1 (y solo 1) proyecto y ese proyecto va a consistir en realizar “N” veces un servicio de 1 solo tipo de servicio “TP”, cada “T” tiempo (o también puede ser una sola vez). Como se mencionó antes si 1 servicio falla perdemos el cliente para siempre, y siempre se mantiene mientras no falle. Además cada servicio va a venir con una fecha límite que se calculará como la fecha de solicitud (que aumentará periódicamente para cada servicio del proyecto) más el tiempo que pretende esperar el cliente por el trabajo lo que se medirá en días hábiles. Este tiempo se calcula como el tiempo de referencia para realizar N veces un servicio tipo TP multiplicado por el factor expectativa de tiempo del cliente. Finalmente el tiempo de referencia del servicio se calcula como el tiempo de entrega de los insumos necesarios para realizar una vez un servicio tipo TP más N veces el tiempo de trabajo que toma realizar una vez un servicio tipo TP.

Otra simplificación que hay acá es que todos los tipos de servicio ofrecidos hasta ahora son en el taller, pero más adelante deberíamos incluir trabajos en terreno.

Tiempo en terminar un servicio

El tiempo en terminar un servicio va a ser el que tome terminar cada uno de los trabajos de cada uno de sus tipos de servicio, todos los cuales se comenzaran

simultáneamente, es decir se intentan conseguir todos los insumos primero, usando los disponibles que estén, esperando que se desocupen los ocupados y encargando los que falten. Luego cuando estén todos los insumos disponibles, empiezan los trabajadores a realizar los trabajos según su disponibilidad, donde los trabajos de una realización de un tipo de servicio se realizan en cadena, pero las distintas realizaciones de tipos de servicio se van a trabajar en simultaneo si se puede. Por ejemplo si hay que hacer mantención de 3 camionetas, primero conseguimos todos los insumos, y después empezamos las 3 mantenciones simultaneas si podemos, y cada trabajo de cada mantención se realiza en cadena.

Por simplicidad todos los trabajadores terminarán sus trabajos en el tiempo asignado, fechas que se decidirá cada vez según los requerimientos de trabajadores, las asignaciones previas y las disponibilidades de cada trabajador.

Ojo que para ayudar a simplificar, todas las ventanas de tiempo tanto la esperada por el cliente como la propuesta por nosotros y su comparación se hace en días hábiles, lo que solo se transforma a una fecha real al final. También comenzaremos por asumir que todos los días de lunes a viernes son hábiles y los sábados y domingos no lo son. Más adelante podemos agregar los feriados nacionales por año.

Para simplificar un poco más vamos a solo usar trabajadores fijos y no los part-time porque esos son demasiado impredecibles y por tanto agregan mucho ruido e incertidumbre al modelo.

También estamos considerando que el tiempo para hacer la cotización y la evaluación de los tiempos de los trabajadores e insumos es cero, lo cual permite simplificar el análisis sin ser tan irreal porque el proceso está lo más automatizado posible pero para escalar podríamos considerar tiempo en averiguar información sobre el servicio como precios/tiempos de insumos desconocidos o para hacer una diferencia entre la fecha de solicitud y la de cotización.

Compra y almacenamiento de Insumos

Luego de determinar los requerimientos materiales de un servicio, determinamos cuales están disponibles, luego intentaremos usar las que están ocupadas determinando cuanto hay que esperar para que se desocupen, y finalmente encargamos para compra las que no están en stock.

Por simpleza siempre vamos a comprar la opción que en total nos cueste la menor cantidad de dinero para conseguir lo que queremos lo que no necesariamente es la opción más conveniente (comprar de a más puede ser más conveniente a veces) ni la compra más pequeña posible (a veces comprar más en promoción cuesta en total menos que comprar menos productos sueltos).

Además por simpleza vamos a asumir que siempre va a haber dinero para comprar insumos pero vamos a registrar cada vez que haya que invertir para un servicio.

Negociación con el cliente

Para cada servicio vamos a entregar la fecha en la que vamos a tener listo el trabajo y el precio a cobrar que se calcula según los precios de referencia. Tanto para el tiempo de espera como para el monto a pagar vamos a comparar nuestra oferta con la expectativa del cliente y si nuestra oferta supera la expectativa el cliente acepta siempre. A medida que nuestra oferta de precio se aleja de la expectativa del cliente la probabilidad de que acepte el precio disminuye, así como a medida que nuestra propuesta de fecha de entrega se aleja de la expectativa del cliente la probabilidad de que acepte la fecha disminuye. Por tanto la probabilidad de que acepte el trato es la probabilidad de que acepte el precio por la probabilidad de que acepte la fecha de entrega.

Por simplicidad voy a partir con solamente una cotización por servicio pero dejando espacio en la estructura para que luego esto se pueda cambiar fácilmente.

Movimientos financieros

Calculados mes a mes como las compras de insumos, más el pago de los servicios (que para empresas se realizará desfasado algunos meses para reflejar realidad), más los gastos fijos, más los sueldos, más las cuentas que se van a calcular simplemente de forma proporcional a los servicios prestados.

La tabla movimientos financieros deberíamos cambiarla a fin de cada mes (o cuando se paguen las cuentas) y cuando empieza y termina un trabajo

Llenado de Tablas Proyectos y Servicios

Para cada cliente definir la fecha en que aparece, luego determinar según el tipo de cliente (empresa o persona) si va a pedir un tipo de servicio asociado a personas (aquellos asociados a vehículos particulares) o a empresas, luego elegir (aleatoriamente) el tipo de servicio específico que va a solicitar, luego determinar la periodicidad de los servicios del proyecto (por simplicidad solo única o anual por el momento), y si es una empresa determinar aleatoriamente el número de realizaciones del tipo de servicio involucrado en cada servicio del proyecto (que es básicamente el número de máquinas que quiere arreglar/mantener). Finalmente calcularíamos la fecha_limite de cada servicio según el tipo de servicio, la cantidad de realizaciones y las expectativas del cliente. Con esto pensaba poblar de un principio toda la tabla de proyectos y servicios, poniendo a todos los servicios un valor de "estado" igual a "planificado" y fechas de solicitud y actualización estado iguales y calculadas según el inicio del proyecto y su periodicidad. Creo que este planteamiento es más ordenado y nos da mejor idea de la visión general. Luego cuando se vayan cayendo clientes podemos cambiar el estado a "anulado" para todos los servicios de ese cliente, y por consistencia podemos borrar el valor de fecha_solicitud y fecha_limite ya que estos servicios realmente nunca se solicitaron. Para implementar esto tendría que asociar un tipo de cliente a cada tipo de servicio cuando defino los inputs poniendo "personas" a los servicios de vehículos particulares y "empresas" al resto. Y también tendría que quitar la restricción "NOT NULL" a fecha_solicitud y fecha_limite para soportar proyectos anulados.

Asignación de Servicios y Trabajadores

Para planificar un servicio establecemos primero que una máquina se atiende en un mismo estacionamiento y ojalá en una ventana de tiempo que no tenga muchas lagunas de trabajo dado que el estacionamiento va a estar usado durante toda la

atención. Recordemos que un servicio consta de la atención de varias máquinas del mismo tipo, que realizan un tipo de servicio, y una atención son los trabajos de distinto tipo (todos del mismo tipo servicio) a realizar para una máquina.

Para evaluar un servicio primero determinamos el estacionamiento que se va a usar para cada atención y la ventana de tiempo que involucra cada una. Para eso partimos por calcular todas las ventanas de atención disponibles para cada estacionamiento del tipo necesario (maquinaria liviana o maquinaria pesada) que existen entre la fecha de solicitud y la fecha máxima de entrega (que se debería calcular como el menor valor entre n veces el tiempo de entrega esperado y una espera global máxima a partir de la fecha de solicitud). Luego para cada atención hacemos varias pruebas para encontrar una ventana de un estacionamiento que tenga lagunas de inactividad menores a un valor límite y donde tenga disponibilidad de trabajadores para los requisitos de trabajadores. Si una prueba es exitosa en asignar trabajadores y estacionamiento se establece como candidata para esa atención, se agregan las asignaciones como candidatas para ser considerados por las siguientes atenciones y se pasa a determinar la candidata para la siguiente atención. Si se llega a candidatas de todas las atenciones se determina las compras que deberían realizarse para todas las atenciones y si todos los insumos llegan antes que empiecen los trabajos, ese grupo de candidatos se vuelve la propuesta a evaluar con el cliente, y si hay acuerdo de monto y tiempo se confirma el trabajo y se actualiza consumos, asignaciones, insumos y trabajos (probablemente también movimientos financieros).