



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
ESCUELA DE INGENIERÍA
INSTITUTO DE INGENIERÍA MATEMÁTICA Y COMPUTACIONAL

IMT2116 — TMA — 2' 2021

Informe 1 Proyecto Impacto Legal

1. Descripción del problema

Impacto Legal (IL) es una empresa de asesoría jurídica que dispone de una amplia red de abogados capacitados en distintas áreas del derecho. A IL llegan regularmente clientes con un *caso* a resolver. La figura del *Key Account Manager* (KAM) identifica los *servicios* tipificados que se deben prestar para abordar dicho caso y asigna cada servicio a un abogado (o abogados) adecuado para el trabajo.

En la actualidad, el proceso de asignación se realiza solo con el conocimiento experto del KAM. Sin embargo, esta práctica se hace cada vez más ineficiente. Primero, se gasta tiempo extra en consultar las opciones de abogados con las capacidades requeridas y con una disponibilidad de tiempo suficiente para atender un servicio en específico. Segundo, una asignación de esta índole no considera el costo de oportunidad de asignar un servicio, i.e. el impacto de que un abogado se comprometa con un servicio hoy y no con otro que podría demandarse mañana. Tercero, se vuelve imposible sopesar todas las opciones disponibles dado el creciente número de abogados. Por lo anterior, IL busca automatizar el *match* de abogados a los requerimientos entrantes con el objeto de ganar eficiencia operacional. Para ello, se deben considerar los siguientes supuestos:

- Los casos pueden llegar en cualquier momento, pero solo se asignan durante la semana laboral. Es decir, proyectos que llegan durante el fin de semana serán recién revisados el lunes próximo.
- En principio, todo caso está dividido en etapas secuenciales. Esto implica que existen servicios que solo se pueden realizar después de terminados otros, sin perjuicio de que algunos se puedan realizar simultáneamente.
- Un abogado solo puede realizar un servicio que pertenezca a su área de especialización.
- Todos los servicios asociados a un caso se asignan el mismo día de revisión de dicho caso.
- Un abogado comienza a trabajar desde la semana laboral siguiente a la asignación de un servicio, o bien después si es que el servicio comienza con posterioridad.
- Todo servicio consume una cantidad de horas/semana fijas durante una cantidad determinada de semanas.

- La disponibilidad horaria de un abogado está también medida en horas/semana. Un servicio puede ser asignado solo cuando la disponibilidad del abogado es mayor o igual a lo requerido por un servicio durante todas las semanas que dura.
- Es siempre preferible que un servicio sea realizado por la menor cantidad de abogados.

Nuestra propuesta de solución al problema de IL consiste en un modelo de programación lineal con componentes estocásticas. Elegimos este acercamiento con el objeto de considerar la incertidumbre de las demandas futuras y el impacto esperado de las asignaciones. Los detalles se encuentran en la Sección 3 del presente informe. La propuesta se presentará en dos entregables:

- (1) Ejecutable escrito en Python: código flexible capaz de procesar información dada como *input* relativa a casos, abogados y especializaciones, y entregar una asignación óptima de servicios.
- (2) Informe tipo README: documento que explique detalladamente el código anterior y su escalabilidad.

2. Datos

En un comienzo, IL no disponía de información directamente utilizable. Por lo tanto, acordamos que nos facilitarán información recolectada de casos pasados, servicios específicos y perfiles profesionales de un conjunto de sus abogados. En particular, esperamos contar con lo siguiente:

- Un *árbol de servicios* estandarizado para cada especialidad. Este consiste en una estructura tipo árbol donde la raíz corresponde a la especialidad (e.g. derecho tributario), los nodos interiores a subdivisiones del área de especialización y las hojas a servicios específicos que se suelen prestar en dicha área.
- Información de un conjunto representativo de abogados. En específico, para cada abogado se pretende contar con:
 - Horas/semana de disponibilidad en IL.
 - Competencias declaradas: subdivisiones o servicios correlativos al árbol de servicios en los que se tiene experiencia.
 - Historial en IL: servicios ejecutados, cantidad de veces que fue realizado cada servicio y calificación promedio en cada tipo de servicio. De nuevo, cada servicio debe estar contenido en el árbol de servicios de la especialidad correspondiente.
- Información de casos pasados: lista de servicios específicos que se prestaron, cantidad de horas/semanas y cantidad de semanas que demandó cada servicio (aproximadamente).
- Información de servicios: datos estimados por conocimiento experto de la demanda horaria que implica ejecutar cada servicio. En específico:
 - Cantidad de horas/semana mínimas, promedio y máximas que requiere un servicio.
 - Cantidad de semanas mínimas, promedio y máximas que demanda un servicio.
- Cantidad de casos mensuales que llegan a Impacto Legal.

3. Propuesta de solución

3.1. Modelo

Supongamos que un día cualquiera de la semana laboral (L-V) llegan un conjunto de casos. En lo que sigue nos referiremos a este día como periodo 0. Para satisfacer las necesidades de cada cliente se deberán completar servicios asociados a cada caso. La asignación de los abogados a cada servicio debe considerar el futuro para evitar problemas posteriores como, por ejemplo, falta de abogados especialistas en áreas demandadas. Para lograr lo anterior se propone simular escenarios de llegada de casos y servicios después del periodo 0 con el objeto de evaluar la asignación que se debe realizar en dicho periodo.

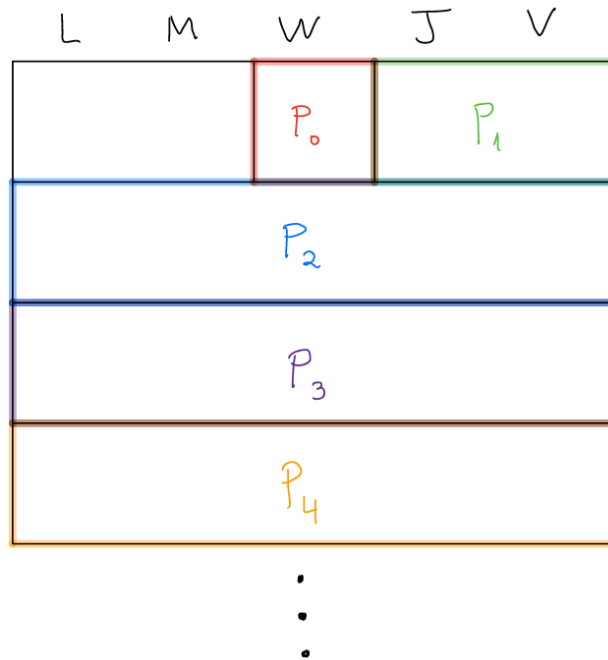


Figura 1: Representación gráfica de periodos

Consideraciones iniciales

Aparte de lo detallado en la Sección 1 se deben considerar los siguientes puntos:

- Los periodos consisten en semanas o fracciones de semana.
- Para efectos del análisis consideramos una situación en la que el día inicial o periodo 0 ocurre entre Lunes y Jueves (ver Figura 1). En dicho caso el periodo 1 va a ser lo que resta de semana laboral.
- El horizonte de tiempo es tal que todos los servicios que llegan durante el periodo 0 se puedan completar.

Parámetros y conjuntos

- L : conjunto de abogados de IL.
- P : número de periodos en el horizonte de tiempo.
- E : conjunto de escenarios generados.
- S_0 : conjunto de servicios que llegan durante el periodo 0.
- S_p^e : conjunto de servicios que llegan durante el periodo $p \in \{1, \dots, P\}$ en el escenario $e \in E$.
- $S := S_0 \cup \left(\bigcup_{e \in E} \bigcup_{p \in \{1, \dots, P\}} S_p^e \right)$.
- h_s : cantidad de horas/periodo requeridas por el servicio $s \in S$.
- H_s : cantidad de periodos que dura un servicio $s \in S$.
- \tilde{S}_p^e : conjunto de servicios en curso durante el periodo $p \in \{2, \dots, P\}$ en el escenario $e \in E$.
- d_a : disponibilidad horas/periodo basal del abogado $a \in L$.
- $r_{a,s}$: *rating* abogado $a \in L$ respecto al tipo de servicio asociado a $s \in S$.
- τ_{\min} : horas/periodo mínimas que se pueden asignar a un abogado.
- β : factor de penalización por asignar más de un abogado a un servicio en particular. Es acumulable.
- λ : factor de descuento temporal ($\lambda \in (0, 1)$).
- A_s : área asociada a servicio $s \in S$ (e.g. tributario, penal, etc).
- \mathcal{A}_a : conjunto de áreas de especialización del abogado $a \in L$.

Variables de decisión

- $x_{a,s}$: 1 si al abogado $a \in L$ se le asigna el servicio $s \in S$, 0 e.o.c.
- y_s : número de abogados que participan en el servicio $s \in S$.
- $\tau_{a,s}$: horas/periodo que un abogado $a \in L$ ocupa para cumplir servicio $s \in S$.
- $z_{a,p}^e$: horas/periodo que el abogado $a \in L$ tiene disponibles durante el periodo $p \in \{2, \dots, P\}$ en el escenario $e \in E$.

Función objetivo

$$\max_{\tau, y} \left\{ \sum_{s \in S_0} \left(\sum_{a \in L} (\tau_{a,s} H_s r_{a,s}) - \beta(y_s - 1) \right) + \frac{1}{|E|} \sum_{e \in E} \sum_{p \in \{1, \dots, P\}} \lambda^p \sum_{s \in S_p^e} \left(\sum_{a \in L} (\tau_{a,s} H_s r_{a,s}) - \beta(y_s - 1) \right) \right\}$$

Restricciones

(R1) La suma de horas/periodo asignadas a un servicio debe ser igual a la cantidad de horas/semana que requiere dicho servicio.

$$\sum_{a \in L} \tau_{a,s} = h_s \quad \forall s \in S$$

(R2) Relación lógica entre \mathbf{x} y $\boldsymbol{\tau}$.

$$\begin{aligned} \tau_{\min} x_{a,s} &\leq \tau_{a,s} \\ M x_{a,s} &\geq \tau_{a,s} \end{aligned} \quad \forall s \in S, \forall a \in L, M \gg 0$$

(R3) Un abogado no puede realizar un servicio que no es parte de su especialidad.

$$x_{a,s} = 0 \quad \forall s \in S, \forall a \in L : A_s \notin \mathcal{A}_a$$

(R4) Definición de \mathbf{y} .

$$y_s = \sum_{a \in L} x_{a,s} \quad \forall s \in S$$

(R5) Definición de \mathbf{z} .

$$z_{a,p}^e = d_a - \sum_{s \in \bar{S}_p^e} \tau_{a,s} \quad \forall e \in E, \forall p \in \{2, \dots, P\}, \forall a \in L$$

(NV)

$$\begin{aligned} x_{a,s} &\in \{0, 1\} && \forall s \in S, \forall a \in L \\ \tau_{a,s} &\geq 0 && \forall s \in S, \forall a \in L \\ y_s &\in \mathbb{N}_0 && \forall s \in S \\ z_{a,p}^e &\geq 0 && \forall e \in E, \forall p \in \{2, \dots, P\}, \forall a \in L \end{aligned}$$

Consideraciones finales

Se puede acotar el espacio de abogados considerando solamente los abogados que pueden realizar alguno de los servicios del periodo 0 y aquellos que comparten áreas de especialización con alguno de los primeros. De la misma forma, los servicios a generar en los escenarios pueden constituir solamente aquellos que pertenecen a las áreas de especialización del espacio de abogados recién explicado.

3.2. Función de rating

Se define una fórmula que usa información de las competencias declaradas por un abogado, su historial registrado de trabajo y las categorías específicas a las que pertenece el servicio al cual se le quiere encontrar un puntaje.

Variables de la fórmula

- s : 1 si el abogado declaró competencias en el servicio, 0 en otro caso.
- ps : 1 si el abogado declaró competencias en el la categoría padre del servicio, 0 en otro caso.
- as : 1 si el abogado declaró competencias en el la categoría abuelo del servicio, 0 en otro caso.
- n_s : número de veces que se ha realizado el servicio
- av_s : promedio de calificaciones en el servicio
- n_{ps} : número de veces que se ha trabajado en la categoría padre del servicio.
- av_{ps} : promedio de calificaciones en la categoría padre del servicio.
- n_{as} : número de veces que se ha trabajado en la categoría abuelo del servicio
- av_{as} : promedio de calificaciones en la categoría abuelo del servicio.

Fórmula

Para $0 < \alpha, \gamma < 1$, la fórmula se define como

$$r(s, ps, as, n_s, av_s, n_{ps}, av_{ps}, n_{as}, av_{as}) := \alpha(s + \gamma ps(1 - s) + \gamma^2 as(1 - ps)(1 - s)) \\ + (1 - \alpha)(wr(n_s, av_s) + \gamma \cdot wr(n_{ps}, av_{ps}) + \gamma^2 \cdot wr(n_{as}, av_{as}))$$

Donde $wr(n, av)$ es una función adecuada que asigna un puntaje en base al promedio y número de calificaciones que tiene un elemento. Para esta función se han encontrado varias alternativas, las cuales se evaluarán empíricamente para ver su efectividad.

4. Métricas de desempeño

Para evaluar el modelo se propone llevar a cabo una simulación de llegada de casos dentro de un horizonte de tiempo definido. Se realizarán asignaciones según tres políticas: (i) el modelo propuesto, (ii) asignación aleatoria y (iii) política de asignación actual de IL. Con el objeto de cuantificar la calidad de las asignaciones se proponen tres métricas:

- (1) Cantidad de servicios asignados a cada abogado.
- (2) Número de abogados por servicio.
- (3) *Rating* promedio de asignación para cada caso.

5. Análisis bibliográfico

Fuentes