

Revenue Management

Dpto. Ingeniería Industrial, Universidad de Chile

IN47B, Ingeniería de Operaciones

Contenidos

- 1 Historia
- 2 Problema de R.M. Aéreo
- 3 R.M. en General

Primeros Pasos

- Idea de Revenue Management esta íntimamente ligada con la industria aérea.
- Problema de control de reservas.
- Antes de 1972 restringido a control de *overbooking*.
 - Necesidad de conocer tasa de cancelaciones, no-shows, go-shows, etc.
 - Fuerte dependencia con predicción de demanda.
 - Importante impulso en investigación en predicción desagregada.
 - Éxito moderado de estas técnicas.
- En 1972 K. Littlewood [Lit72] propone primera regla para manejo de precios diferenciados.

La Regla de Littlewood

- Consideremos k unidades a vender, y dos precios a los cuales se puede vender $c_1 > c_2$.
- Existen variables aleatorias d_1 y d_2 , demandas por unidades a precio c_1 y c_2 respectivamente.
- Supongamos que conocemos $p_i = \mathbb{P}\{d_1 \geq i\}$
- Si llega un cliente de d_1 , vendemos.
- ¿Que hacemos si llega un cliente de d_2 ?
 - [Lit72] Aceptar si valor de c_2 es al menos el valor esperado de reservar el asiento para primera clase.
 - matemáticamente, aceptar mientras $c_2 \geq c_1 \cdot p_k$.
 - Óptimo para dos precios, bajo condiciones simples.

Expansión y Otras Industrias

- Fuerte uso y desarrollo de múltiples precios en USA comienza en 1977, antes de la desregularización.
- En 1999 todas las grandes aerolíneas mundiales, y muchas aerolíneas medianas y pequeñas usaban algún tipo de herramienta de Revenue Management.
- Impacto de estas técnicas ampliamente difundidos, comenzando su aplicación en otras industrias:
 - Hotelería (1974, 1977, 1978, 1989, 1995, 1996).
 - Transporte de pasajeros en trenes (1989, 1999).
 - Cruceros (1989, 1991, 1994).
 - Arriendo de Automóviles (1995, 1997).
 - Proveedores de Internet (1997, 1998).
 - Emisoras de TV/Radio (1998).

Condiciones comunes y supuestos:

- Costos fijos de operación son mucho mayores a los costos variables por pasajero.
- El problema de aceptar/rechazar reservas se repite miles de veces al año.
 - Se busca optimizar valor esperado.
 - Optimización neutra al riesgo.
- Se buscan reglas simples de reservación.
 - Durante temporada peak, sobre 5000 transacciones por segundo.
- Industria aérea es de alto capital y bajos márgenes de ganancia.

Factores de R.M. en la Industria Aérea

- Demanda y comportamiento de clientes:
 - Dispersión de la demanda.
 - Estacionalidad multinivel en la demanda (temporada/semana/día).
 - Eventos especiales.
 - Elasticidad demanda/precio.
 - Dependencia entre demanda por distintos productos.
 - Itinerarios ida/vuelta.
 - Reservaciones en paquetes.
 - Pasajeros de último minuto.
 - Upgrade de reservas.
 - Recaptura de demanda.
 - Inobservabilidad de demanda (spill off).

Factores de R.M. en la Industria Aérea

- Sistema de Control:
 - Sistema de reservas se abren 300 días antes del vuelo.
 - Múltiples niveles de control de clases (por vuelo, segmento, o pares orígenes/destinos completo).
 - Agregación de clases.
 - Distribución geográfica del sistema.
 - Frecuencia de revisión de reglas de reserva.
 - Sobre-venta de pasajes.

Factores de R.M. en la Industria Aérea

- Factores de retorno:
 - Valor de cada pasaje.
 - Incertidumbre en retorno por pasaje (distintos canales de ventas).
 - Programas de pasajeros frecuentes.
 - Descuentos especiales a grandes distribuidores (agente de viajes/alianzas).
 - Políticas de cancelación de pasajes y restricciones.

Factores de R.M. en la Industria Aérea

- Factores en el costo variable:
 - Costo marginal por pasajero.
 - Penalizaciones por pasaje sobrevendido.
 - Costos de percepción en los clientes.
- Productos:
 - Restricciones.
 - Diferencias físicas en los productos.
- Escala del problema: 4000 vuelos diarios, 350000 combinaciones de orígenes/destinos/precios al día.

Factores de R.M. en la Industria Aérea

- Problemas relacionados:
 - Estrategia de marketing.
 - Alianza con otras líneas aéreas (códigos compartidos).
 - Ruteo y mantención.
 - Compra puertas embarque, itinerario de vuelos.
 - Problema asignación de flotas y diseño de flota.

Necesidad de Simplificación

Aún así, tremendo impacto en la industria.

Supuestos comunes

- 1 Clases mas caras compran más tarde.
- 2 Venta de pasajes en clase i sólo después de cerrar clase $i - 1$.
- 3 Demanda no correlacionada entre clases distintas.
- 4 No hay cancelación de reservas (\Rightarrow no sobreventa).
- 5 Vuelos directos, sin efectos de red.
- 6 Reservas unitarias (no en grupos).

Extendiendo la regla de Littlewood

- Considere K tipos de productos, precios $c_k : k \in K$.
- $c_k > c_{k+1}, \forall k \in K$.
- Distribución de demanda futura $d_k : k \in K$.
- Definimos $p_k(s) = \mathbb{P}\{d_k \leq s\}$.
- regla EMSR [Bel87]:
 - Definimos s_i^j tal que $c_j p_j(s) = c_i$ para $i > j$.
 - Definimos $s_i = \sum (s_i^j : i > j)$.
 - Vendemos para clase j siempre que capacidad restante sea mayor que s_j .
 - No óptimo, pero usado por simplicidad.
 - Casos típicos entrega soluciones cercanas a óptima.
 - EMSRb es un poco mejor.
 - EMSR es arbitrariamente mala caso general.

Otras alternativas

- Programación Dinámica.
 - Necesaria información de demanda en el tiempo.
 - Formulaciones recursivas.
 - Proveen estrategias óptimas, no necesariamente simples.
 - Impracticable en general, sirve como benchmarking.
- Formulación Estática

$$\begin{aligned} \max_{s \in \mathbb{R}^K} \quad & \sum (c_k p_k(s_k) : k \in K) \\ \text{s.t.} \quad & \sum (s_k : k \in K) \leq C \\ & s_k \geq 0 \quad \forall k \in K \end{aligned}$$

El Problema

- Usualmente los itinerarios se componen de varios vuelos.
- Un vuelo puede ser parte de algunos miles de itinerarios.
- ¿Cómo tomar en cuenta el efecto de las externalidades de otros itinerarios en las decisiones de aceptar/rechazar reservas?
- Tamaño de las redes puede ser no-acotado.

Bid-prices

- Idea, usar formulación Lineal al problema:
 - V conjunto de vuelos en nuestra red, con capacidad c_v .
 - K conjunto de demandas, con precio p_k , demanda esperada d_k , vuelos utilizados $V_k \subset V$.
 - Formulación:

$$\max_{s \in \mathbb{R}^K} p_k s_k$$

$$s.t. \quad 0 \leq s_k \leq d_k$$

$$\sum (s_k : v \in V_k) \leq c_v \quad \forall v \in V \quad (d_v)$$

- Regla es aceptar reserva por itinerario k si $p_k \geq \sum (d_v : v \in V_k)$.

Revenue Management

¿Qué es?

Es un ejemplo interdisciplinario de gestión de operaciones y marketing de servicios.

¿Cuál es su Estrategia?

Desarrollar un modelo que ajuste la demanda a la oferta, ya que no es posible ajustar la oferta a la demanda, mientras que al mismo tiempo maximiza el retorno.

Revenue Management

¿Cuál es su Objetivo?

- “R.M. busca maximizar el ingreso, o producción, a partir de unidades de generación de ingresos que son limitadas en número para un período de tiempo dado, por ejemplo, asientos en un vuelo o habitaciones en un hotel en un día específico”.
- “Es vender al cliente correcto al precio correcto en el momento correcto”.

¿Cuándo es Apropiado?

- La empresa opera con una capacidad relativamente fija (oferta fija).
- La demanda puede ser segmentada en partes claramente identificadas (discriminación por precio).
- El producto puede ser vendido anticipadamente (antes de su consumo).
- La demanda varía sustancialmente en el tiempo en cada segmento de consumidores.
- Los costo marginales (o variables) de ventas y producción son bajos, pero los costos fijos altos.
- Perecibilidad o no inventariabilidad de los bienes (si no son usados, se pierden).

En Español?

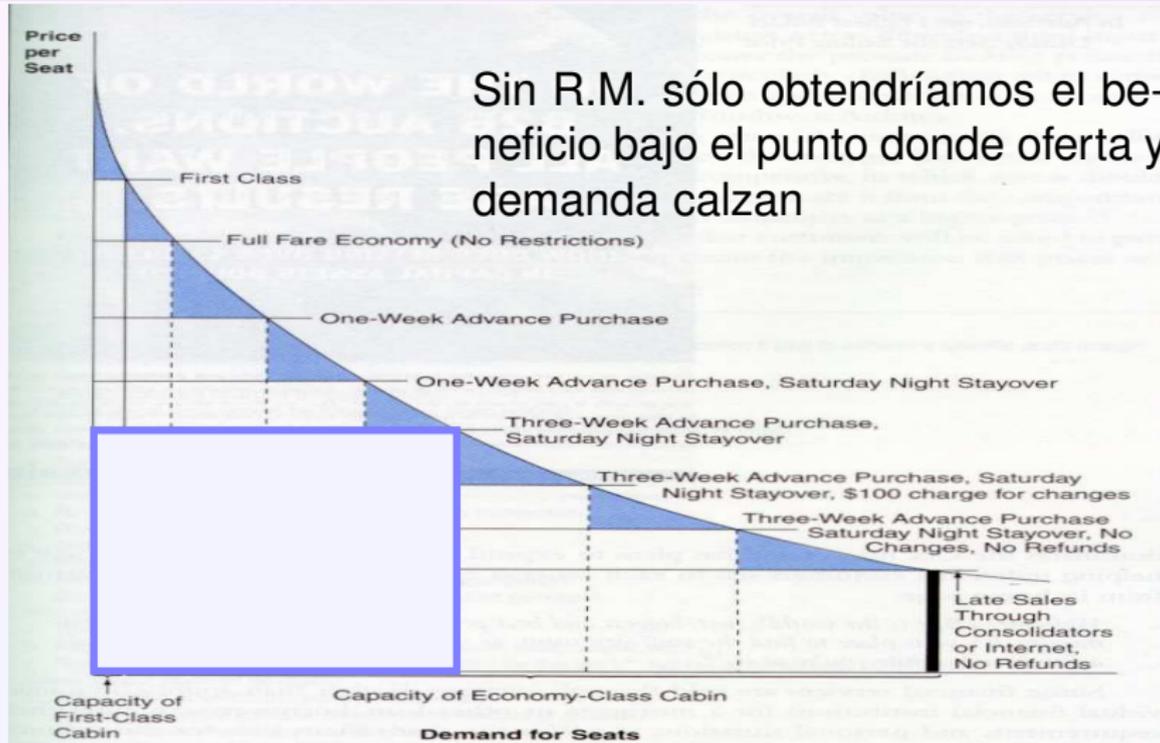
- Diferentes segmentos de clientes de una aerolínea tienen distintas sensibilidades al precio.
 - Por ejemplo, personas que hacen viajes de placer son muy sensibles al precio, en cambio personas que viajan por negocios no tanto.
- La aerolínea puede identificarlos y segmentarlos con el fin de ofrecerles diferentes precios.
- El costo por volar de cada pasajero adicional es despreciable comparado con los costos fijos.
- El costo de oportunidad es alto. Si el avión vuela con algún asiento vacío el ingreso asociado es perdido por siempre.

¿Cómo Funciona?

- Cada día se estima, a partir de datos históricos, el número esperado de asientos a ser vendidos en cada vuelo con X días de anticipación.
 - Si el número de reservaciones es superior al planificado, el número de asientos con tarifa económica se reduce.
 - Si el número de reservaciones es inferior al planificado, el número de asientos con tarifa económica se aumenta.
- Los resultados del modelo de predicción son comparados con la situación actual para monitorear el error.

Límites de RM

Efecto de R.M.



¿Cuál es el beneficio potencial?

Definición:

$YM = \text{Beneficio alcanzado} / \text{Ingreso Potencial}.$

Ejemplo:

Un hotel tiene 200 habitaciones, y el precio de cada una puede ser a lo más a \$100 por noche.

- Ingreso Potencial es \$20.000.
- Rentar todas a \$50 se tienen \$10.000 y $YM = 50\%$.
- Rentar 80 a \$100 se tienen \$8.000 y $YM = 40\%$.
- Rentar 80 a \$100 y 120 a \$50 se tienen \$14.000 y $YM = 70\%$.

La Paradoja de RM

- YM da como resultado importantes ahorros para los consumidores.
- Usando tarifas promedio podrían incrementarse los precios para los consumidores obligándolos a salir del mercado.
- Dados los altos costos fijos, la pérdida de ingreso podría resultar en un incremento de la tarifa promedio obligando a más consumidores a salir del mercado.
- Esto tiene como consecuencia un nuevo aumento de las tarifas... y así...

La Paradoja de RM

Ejemplo:

Marriot implementó un programa de YM que disminuyó el precio promedio diario en un 11,7 % incrementado la utilización en un 20 %, con un aumento en el ingreso global de 12,3 % (\$400 millones de dólares al año).

Casos:

- American Airlines generó un aumento en su ingreso de US\$ 500 millones por año mediante la utilización de técnicas de Yield Management.
- Delta Airlines generó ingresos adicionales por un total de US\$ 300 millones por año.
- Hoteles Marriott atribuyó a su sistema de Yield Management ingresos adicionales de US\$ 100 millones por año.
- Canales de televisión usan Yield Management para determinar cuánto inventario (slots publicitarios) vender ahora y cuántos reservar y quizás vender después a un mayor precio.

Comparación entre Aplicaciones

Parámetro	Aerolíneas	Hoteles	Arriendo Autos
Unidad	Asiento	habitación	Auto
Tipo unidades	2-3	2-10+	5-20+
Capacidad	Fija	Fija	Semi-variable
Movilidad	Baja	Ninguna	Alta
Número Pre- cios	3-7+	2-3+	4-20+
Duración Uso	Fija	Variable	Variable
Descuentos corporativos	Bajos	Si	Si
Manejo	Centralizado	Centralizado / Local	Centralizado / Regional / Lo- cal

Bibliografía I

-  P. P. Belobaba, *Airline yield management: An overview of seat inventory control*, Transportation Science **21** (1987), 63–73.
-  K. Littlewood, *Forecasting and control of passenger bookings*, AGIFORS Symposium proceedings, 1972.