

Métodos Numéricos - TP3

Aviones, delays y Cuadrados Mínimos

Motivación

Servicios de transporte



- ▶ Transporte de carga
- ▶ Transporte de pasajeros
- ▶ Gran impacto a nivel económico y social
- ▶ Cada tipo tiene sus características particulares

Servicios de transporte

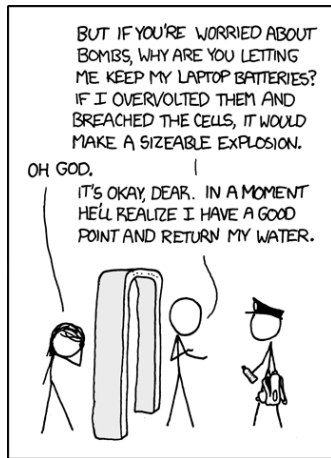
Planificación

- ▶ **Estratégica:** Decisiones a largo plazo
Ejemplo: infraestructura, equipamiento costoso
- ▶ **Táctica:** Decisiones a mediano plazo
Ejemplo: planificación estacional en base a demanda
- ▶ **Operacional:** Lo que ocurre en el día, tiempo real
Ejemplo: Cómo responder ante una cancelación o errores en las estimaciones

Servicios de transporte

El caso de las aerolíneas

- ▶ Negocio complejo
- ▶ Altos costos operativos
- ▶ Altos costos de inversión
- ▶ Estrictas regulaciones (seguridad, mantenimiento)
- ▶ Producto (i.e. asientos) perecedero
- ▶ Interacción constante con otros agentes (aerolíneas, aeropuertos, controladores, etc.)
- ▶ Administración del uso intensivo de recursos escasos



Analytics: Etapas

O Big-Data, o Data Science, como quieran llamarlo...

Recordando lo que mencionamos en la primera clase...

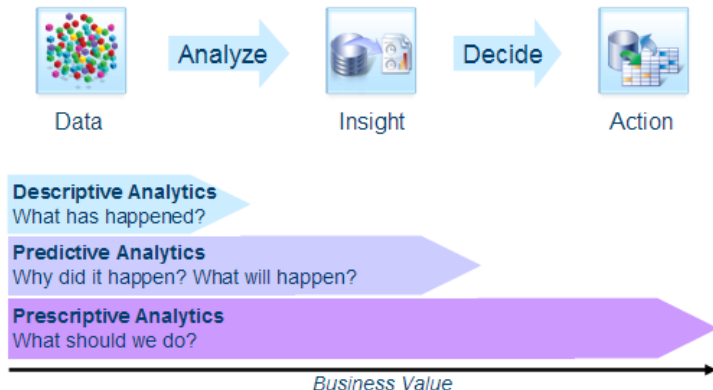


Imagen tomada de *IT Best Kept Secret is Optimization*, Marzo 2014

Indicadores de performance (KPIs)

¿Qué son?

Métricas asociadas a actividades particulares dentro de organizaciones complejas

¿Para qué sirven?

- ▶ Establecer metas generales e identificar puntos de conflicto
- ▶ Realizar evaluaciones periódicas respecto al funcionamiento

Algunas características

- ▶ Distintos tipos dependiendo del aspecto a analizar (financiero, operativo, producción, QoS, etc.)
- ▶ Ejemplos: *Customer satisfaction*, *Rework*, *Cycle time*
- ▶ Disponer de KPIs no es garantía. Pueden ser mal utilizados

Indicadores de performance (KPIs)

No tan buenos indicadores

Ejemplo: Desarrollo de software

- ▶ Líneas de código. Motiva al C&P
- ▶ Número de bugs corregidos. Código original defectuoso

Ejemplo: Academia

- ▶ Cantidad de *papers* publicados. Incentiva *refritos*
- ▶ Cantidad de citas. Autocitado, citas no relevantes



Indicadores de performance (KPIs)

KPI: On Time Performance (OTP)

- ▶ **Definición:** un vuelo se considera *demorado* si su arribo (partida) se produce más de 15 minutos después de su horario planificado
- ▶ **OTP:** ¿Cuál es el porcentaje de vuelos demorados más de 15 minutos?
- ▶ **Importancia:** afecta distintos aspectos (utilización de recursos del aeropuerto, incremento de costos operativos, mala percepción de usuarios, etc.)

Operations	Punctuality – 'Ready to Go'	Running a robust operation is key to both meeting our customers' expectations and to creating a cost-effective business. We monitor our operational performance via a broad range of measures at a variety of levels. Departure punctuality is our primary operational performance measure, requires other operational processes to run smoothly and is a key factor in whether customers would recommend British Airways to other travellers. 'Ready to Go' measures how many of our flights are prepared for departure at three minutes before the scheduled or planned departure time and focuses on the aspects of the departure process within our control.
------------	--------------------------------	--

TP3

El problema

- ▶ Tomando como punto de partida el indicador OTP, nos proponemos analizar datos reales de vuelos realizados en USA estudiando aspectos (no necesariamente limitados a) delays y cancelaciones
- ▶ Buscamos utilizar Cuadrados Mínimos Lineales (CML) identificar modelos que describan algunos comportamientos y evaluar su eficacia para realizar predicciones
- ▶ Que cada grupo proponga ejes de estudio y los evalúe experimentalmente
- ▶ Aplicar no sólo los métodos, sino también las metodologías aprendidas durante el cuatrimestre
- ▶ El TP es **abierto** y enfocado a la experimentación, con poca carga de implementación e informe acotado

TP3

Los datos

- ▶ Tomada de la *Data Expo '09*, competencia orientada a visualización
- ▶ 120M de registros, separados por años, con información de delays (aprox. 12GB)
- ▶ Aprox. 20 campos por cada registro
- ▶ 9 participantes, posters disponibles, usarlos para tomar ideas
- ▶ No es necesario usarlos todos, se pueden recortar dependiendo del eje en estudio



thedata

<http://stat-computing.org/dataexpo/2009/>

TP3

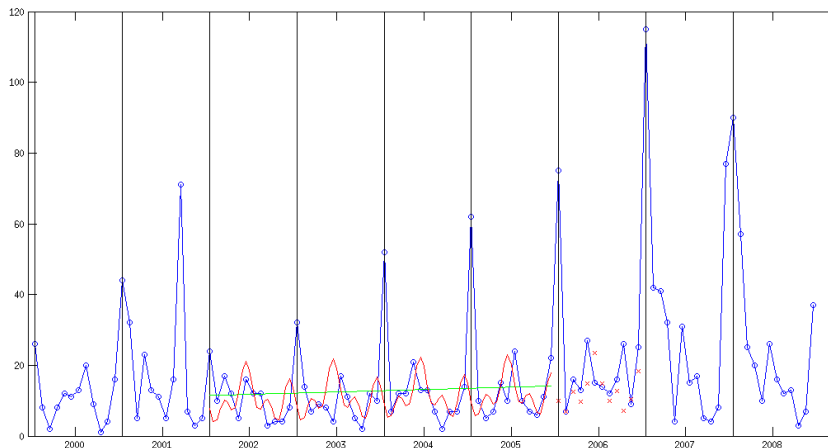
Objetivos y disparadores

Cada grupo debe reportar los resultados obtenidos sobre dos ejes de estudio. Uno sobre el OTP propuesto por la cátedra, el otro debe ser original, para esto pensar en los siguiente:

- ▶ ¿Cómo varía la cantidad de vuelos cancelados por mes a través de los años? ¿Y la magnitud de los retrasos?
- ▶ ¿Es posible caracterizar la cantidad de vuelos cancelados y/o magnitud de los delays en función del día/mes? ¿Qué nivel de granularidad en función del tiempo es conveniente tomar?
- ▶ ¿Todos los aeropuertos se comportan de la misma manera? ¿Y las compañías aéreas? ¿Y entre pares de ciudades en particular?
- ▶ ¿Es importante diferenciar efectos estacionales (clima, temporada alta, fechas particulares con picos de demanda, etc.)?
- ▶ ¿El tipo/antigüedad en los aviones es importante?
- ▶ Las condiciones y requerimientos mínimos de seguridad produjeron cambios significativos luego del 9/11. ¿Cómo afecta esto a los modelos predictivos?

TP3

Ejemplo de de estudio: # cancelaciones por mes



Sugerencia: no restringirse a polinomios. Considerar funciones periódicas, sobre todo para datos *temporales*

TP3

Métricas de evaluación (1/2)

- ▶ N observaciones $(x_{(i)}, y_{(i)})$, con $x_{(i)} \in \mathbb{R}^k$ el vector de *features* e $y_{(i)} \in \mathbb{R}$ nuestra variable dependiente
- ▶ Suponemos $y_{(i)} = f(x_{(i)}) + \epsilon_i$, $i = 1, \dots, N$, donde ϵ_i es el error de la medición i -ésima
- ▶ Dado un modelo \hat{f} de f y $(x_{(i)}, y_{(i)})$, definimos $\hat{y}_{(i)} = \hat{f}(x_{(i)})$ y $e_{(i)} = y_{(i)} - \hat{y}_{(i)}$. Con estas definiciones, podemos calcular el RMSE del modelo \hat{f} como

$$RMSE(\hat{f}) = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N e_{(i)}^2}$$

- ▶ Para evaluar como se comporta como modelo predictivo, podemos usar *Cross-Validation* combinado con RMSE

TP3

Métricas de evaluación (1/2)

- ▶ Es posible que existan dependencias temporales en los datos
- ▶ Para ello, consideramos que cada observación está asociada a un determinado período de tiempo t , con $t = 1, \dots, T$, $(x_{(i)}^t, y_{(i)}^t)$, y asumimos que al menos K períodos de tiempo son necesarios para poder conformar el conjunto de *training*. Para evaluar los resultados de la predicción en el período $\tau \in [K, T]$ se puede:
 1. Tomar los conjuntos de observaciones correspondientes a períodos $1, \dots, \tau - 1$ como training
 2. Calcular las métricas correspondientes tomando como test el período τ
 3. Al finalizar, reportar alguna medida sobre los resultados parciales obtenidos

TP3

Experimentos, bibliotecas e informe acotado

- ▶ El TP se puede hacer en Python y/o C++ pero CML solo en C++. Se pueden usar librerías mientras no resuelvan CML.
- ▶ El informe debe seguir las pautas de laboratorio, pero usando un template (Electronic Notes in Discrete Mathematics, ENDM) y con un máximo de 10 páginas (excluyendo referencias)
- ▶ Ésto no significa que hay que hacer pocos experimentos. Todo lo contrario: mucha experimentación, pero bien resumida y presentada
- ▶ Dado que hay muchos datos, se adjuntan con el informe una serie de scripts (bash) para filtrar y preprocesar los datos

TP3

Simulacro de congreso/defensa de tesis

- ▶ El trabajo será expuesto en una presentación oral frente a un subconjunto de docentes
- ▶ Para ello, harán una presentación mostrando lo que hicieron. Vamos a dar soporte y ayuda para prepararla
- ▶ La exposición será de 15 minutos para presentar y 15 minutos de preguntas y respuestas de los presentes. La nota de aprobación es individual
- ▶ **Recomendación:** Aprovechen las clases de consulta . Ida y vuelta con docentes, discusión de ideas

Importante

El TP no es solamente código. Hay que experimentar. Discutir. Volver a experimentar. Y escribir un reporte detallado y diapositivas para defenderlo