

# Ejercicio 1

Zoe Borrone

Luca Mazzarello

Ignacio Pardo

2023-08-22

## Introducción

A partir de los dos datasets incluidos con la consigna (Churn y Hearts) y dos datasets que obtuvimos a partir de nuestra investigación (flujo de autos y performance de estudiantes) realizamos un análisis exploratorio de los datos, y evaluamos la performance de distintos modelos de arboles de decisión para predecir la variable objetivo de cada dataset.

El objetivo de este trabajo es poder observar el comportamiento de los modelos de arboles de decisión en distintos datasets, y ver como se ve afectada la performance de los mismos al hacer distintos preprocesamientos de los datos, así como la performance de los arboles para distintas profundidades.

## Datasets

### Churn

El dataset Churn contiene información sobre clientes de una compañía de telecomunicaciones de Irán. Cada fila representa un cliente y cada columna una variable. Las variables son:

`call_failure`, `complains`, `subscription_length`, `charge_amount`, `seconds_of_use`, `frequency_of_use`, `frequency_of_sms`, `distinct_called_numbers`, `age_group`, `tariff_plan`, `status`, `age`, `customer_value`

(10 atributos numéricos y 3 categóricos)

La columna a predecir es la variable `churn` que indica si el cliente se dio de baja o no.

Link: <https://archive.ics.uci.edu/dataset/563/iranian+churn+dataset>

### Hearts

El dataset Hearts contiene información sobre pacientes y su condición respecto a Enfermedad del Corazón.

Las variables del dataset son:

`Age`, `Sex`, `ChestPainType`, `RestingBP`, `Cholesterol`, `FastingBS`, `RestingECG`, `MaxHR`, `ExerciseAngina`, `Oldpeak`, `ST_Slope`, `HeartDisease`

(5 atributos binarios y 6 numéricos)

La columna a predecir es la variable `HeartDisease` que indica si el paciente tiene o no Enfermedad del Corazón.

Link: <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Heart+Disease>

## Flujo de autos

El dataset Flujo de autos contiene información sobre cantidad de autos al ingreso o egreso de la ciudad de Buenos Aires.

El dataset originalmente contenía las columnas:

Nombre	Tipo	Descripción
CODIGO_LOCACION	string	codigo de locacion
lat	string	latitud de la ubicación del sensor
long	string	longitud de la ubicación del sensor
fecha y hora	date	fecha del registro
sentido	string	sentido de la ubicación del sensor
cantidad	integer	cantidad de autos que detectó el sensor en esa franja horaria

Para convertirlo en un problema de predicción binaria, se agregó una columna **greater\_mean** la cual contiene **True** si la cantidad de autos es mayor al promedio de autos de ese sentido y hora, y **False** en caso contrario.

Ademas para facilitar el análisis exploratorio, se agregaron las columnas **anio**, **mes**, **dia** y **hr** que contienen el año, mes, día y hora respectivamente. Los minutos y segundos siempre eran 0, por lo que no se incluyeron. Por último se eliminó la columna **CODIGO\_LOCACION** ya que no aportaba información relevante.

El dataset resultante contiene las columnas:

**SENTIDO,LATITUD, LONGITUD,anio,mes,dia,hr,greater\_mean**

(1 atributo binario y 6 numéricos)

La columna a predecir es la variable **greater\_mean** que indica si la cantidad de autos es mayor al promedio de autos de ese sentido y hora.

Al calcular la media de cantidad de autos, nos encontramos con el problema de cometer **Data Leakage**, ya que estabamos promediando la columna cantidad sin separar previamente en datos de Train y de Validación.

Para solucionar este problem se podrían separar los datos en Train y Validación, y luego calcular la media de cantidad de autos de cada sentido y hora en el conjunto de Train. Por como está planteado el código esto no fue posible, por lo que solo usamos este dataset para observar su comportamiento en el experimento de ejemplo pero no en el resto de los experimentos.

Como el dataset contenía 189.815 filas, decidimos tomar una muestra aleatoria de 10.000 filas para poder trabajar con el mismo.

Este dataset fue obtenido de la página de datos abiertos del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires.

Link: <https://data.buenosaires.gob.ar/dataset/flujo-vehicular-anillo-digital/resource/1df1e3f1-ab85-47b5-becc-39054d6761ee>

## Performance de estudiantes

Este dataset contiene información sobre muchos estudiantes en dos escuelas secundarias de Portugal, y su performance en dos materias: Matemática y Portugués. Para llevar a cabo el experimento, nos quedamos con el dataset de Portugués ya que contiene más datos que el de Matemática (649 vs 395). Los atributos son los siguientes 30:

Nombre	Tipo	Descripción
school	binario	escuela del estudiante
sex	binario	sexo del alumno
age	numérico	edad del estudiante
address	binario	tipo de domicilio del estudiante
famsize	binario	tamaño de la familia
Pstatus	binario	estado de convivencia de los padres
Medu	numérico	educación de la madre
Fedu	numérico	educación del padre
Mjob	categorico	trabajo de la madre
Fjob	categorico	trabajo del padre
reason	categorico	razón para elegir este centro
guardian	categorico	tutor del alumno
traveltime	numérico	tiempo de viaje de casa al colegio
studytime	numérico	tiempo de estudio semanal
failures	numérico	número de fracasos de clase anteriores
schoolsup	binario	apoyo educativo adicional
famsup	binario	apoyo educativo familiar
paid	binario	clases pagadas extra dentro de la asignatura del curso
activities	binario	actividades extraescolares
nursery	binario	asistió a la guardería
higher	binario	desea cursar estudios superiores
internet	binario	acceso a internet en casa
romantic	binario	con una relación romántica
famrel	numérico	calidad de las relaciones familiares
freetime	numérico	tiempo libre después de la escuela
goout	numérico	salir con amigos
Dalc	numérico	consumo de alcohol en días laborables
Walc	numérico	consumo de alcohol en fin de semana
health	numérico	estado de salud actual
absences	numérico	número de faltas de asistencia a la escuela

(13 binarias, 4 nominales y 13 numericas)

El dataset tambien contiene las siguientes 3 variables de notas:

- 31 G1 - nota del primer trimestre (numérico: de 0 a 20)
- 31 G2 - nota del segundo trimestre (numérico: de 0 a 20)
- 32 G3 - nota del tercer trimestre (numérico: de 0 a 20)

Para convertirlo en un problema de decisión binaria, agregamos de la columna “pass” que contiene “True” si el promedio de las notas G1, G2 y G3 es mayor a 12, y “False” en caso contrario.

Luego de ya haber corrido todos los experimentos, encontramos que la nota de aprobación era 10/20. Como el último experimento tomo un tiempo considerable, decidimos no volver a correrlo con la nueva nota de aprobación. Es muy posible que las notas G1/G2/G3 estén puestas en función a si el alumno esta en condición de aprobar y no en función a su performance en los trimestres per-se, por lo que de volver a realizar el experimento tendríamos en cuenta este “valor de corte”.

Link: <https://archive.ics.uci.edu/dataset/320/student+performance>

## Experimento de ejemplo

El experimento de ejemplo, busca ver la performance de los distintos modelos de arboles de decisión para predecir una variable de salida de cada dataset. Además, por cada dataset se plantean dos experimentos: uno con el dataset original y otro con el dataset preprocesado.

En el preprocesamiento, se eliminan datos con una proporción `prop_NA` a cada atributo del dataset.

## Resultados

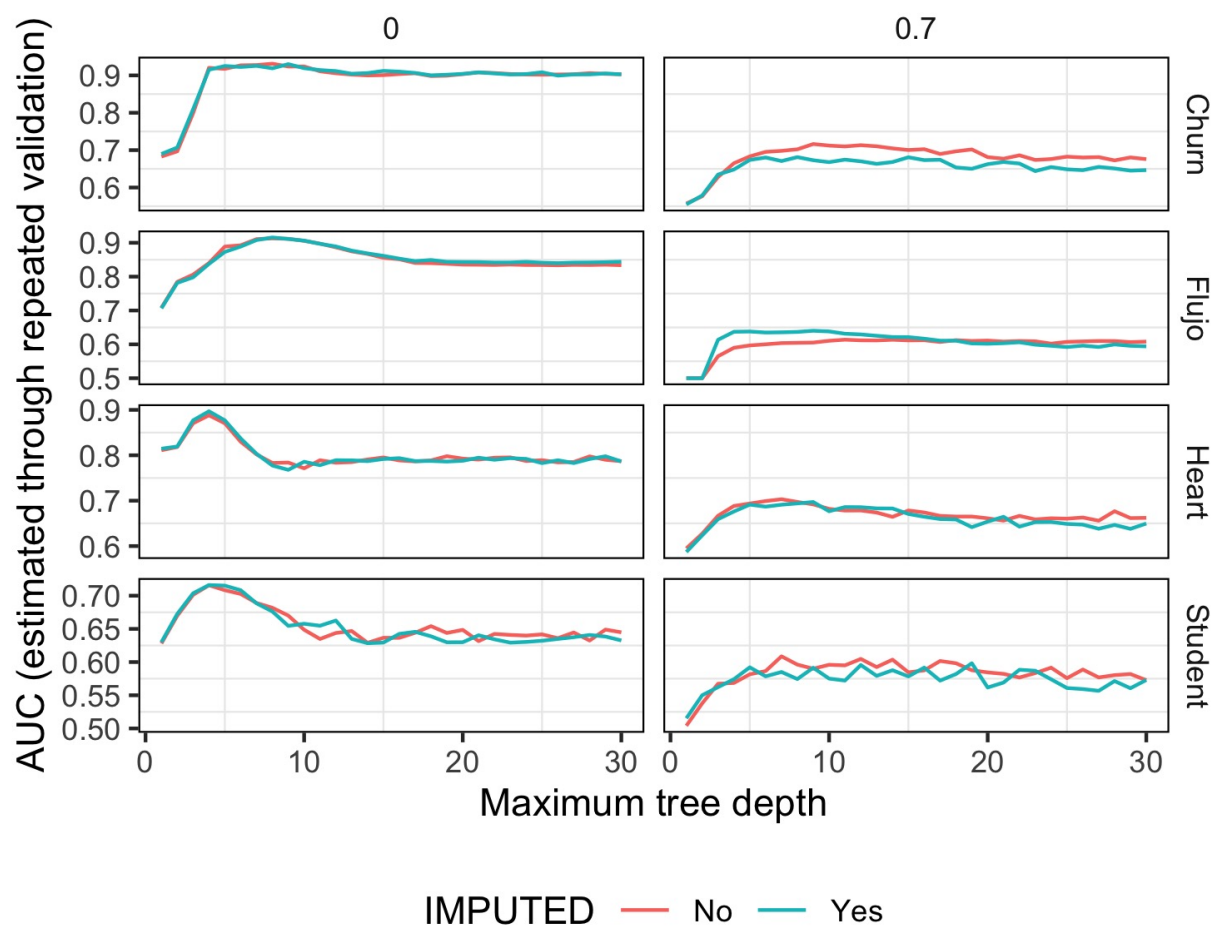


Figure 1: Output Experimento de Ejemplo

En la figura 1 se puede observar la performance de los distintos modelos de arboles de decisión con la métrica AUC (Area Under the Curve) para cada dataset y cada experimento.

Se puede observar como para los 4 datasets, el modelo con `prop_NA = 0` muestra alcanzar un pico de performance inicialmente, y luego ir decayendo a medida que se aumenta la profundidad del árbol. Aproximadamente esto comienza a ocurrir para todos los datasets cuando el `max_tree_depth >= 15`. Esto se debe a que el modelo se vuelve muy flexible y se va sobreajustando a los datos de entrenamiento, y por lo tanto no generaliza bien a los datos de validación.

Cabe destacar que para el dataset Churn, la caída es muy leve, manteniéndose casi constante a medida que aumenta la profundidad del árbol. Por el otro lado, para el dataset Heart, se alcanza un valor de AUC casi igual a 1 pero luego al aumentar poco el tamaño del árbol este cae abruptamente.

Sin embargo, para los 4 datasets, el modelo con `prop_NA = 0.7` muestra una performance casi constante a medida que aumenta la profundidad del árbol. Esto se debe a que al eliminar más de la mitad de los datos, el modelo no tiene suficiente información para aprender, por lo que no se sobreajusta a los datos de entrenamiento y generaliza mejor a los datos de validación.

En el dataset de Student Performance, se ve mayor variabilidad en el corto plazo con el incremento de la profundidad del árbol. Esto se debe a que el dataset contiene muchos datos, por lo que el modelo puede aprender mejor y por lo tanto sobreajustarse a los datos de entrenamiento.