

Proyecto 2: Clasificación de Riesgo Cardiovascular

Introducción a la Ciencia de Datos

Estudiante: Hazel Shamed Sánchez Chávez
Institución: Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT)
Profesor: Dr. Marco Antonio Aquino López

1. Introducción

En el ámbito de la salud pública, las enfermedades cardiovasculares (ECV) constituyen una de las principales causas de mortalidad a nivel global, representando aproximadamente el 32 % de todas las defunciones según la Organización Mundial de la Salud. La identificación temprana de individuos en riesgo representa un desafío crítico para los sistemas de salud, con implicaciones significativas en la reducción de la carga asistencial y la mejora de resultados clínicos.

Este proyecto se enfoca en el desarrollo de un modelo predictivo de clasificación de riesgo cardiovascular utilizando el dataset *"Heart Disease"* del repositorio UCI Machine Learning, que contiene registros clínicos y biomédicos de 303 pacientes. La base de datos integra signos clínicos, parámetros de laboratorio y características electrocardiográficas, proporcionando una base multidimensional para el análisis.

Las ECV representan condiciones patológicas que afectan el corazón y los vasos sanguíneos, incluyendo enfermedad coronaria, enfermedad cerebrovascular y cardiopatía reumática. La naturaleza multifactorial de estas patologías demanda aproximaciones analíticas capaces de integrar diversos predictores, desde factores de riesgo convencionales hasta marcadores específicos de función cardíaca.

El objetivo central de este proyecto es construir un clasificador binario que permita discriminar entre pacientes con presencia y ausencia de enfermedad cardiovascular, utilizando únicamente variables accesibles mediante exámenes clínicos rutinarios. Este enfoque pretende superar las limitaciones de los métodos diagnósticos invasivos, optimizando la asignación de recursos diagnósticos especializados.

La implementación exitosa de este modelo podría servir como herramienta de apoyo a la decisión clínica, facilitando la estratificación prioritaria de pacientes y contribuyendo a estrategias de prevención secundaria más efectivas en el manejo de enfermedades cardiovasculares.

2. Exploración inicial de los datos

2.1. Base de datos *Heart Disease*.

El dataset "Heart Disease", de 303 filas por 13 columnas (mas etiquetas), fue recopilado principalmente por la **Cleveland Clinic Foundation** bajo la dirección del Dr. Robert Detrano, M.D., Ph.D., con la colaboración de múltiples instituciones internacionales incluyendo el Hungarian Institute of Cardiology de Budapest, University Hospital de Zurich y University Hospital de Basel. Los datos fueron donados al UCI Machine Learning Repository en 1988, donde están disponibles públicamente con el identificador 45.

El estudio se condujo como una investigación observacional multicéntrica entre 1979 y 1988, abarcando aproximadamente 10 años de recolección de datos. La población del estudio consistió en 303 pacientes referidos para evaluación coronaria en las instituciones participantes. El criterio de referencia para el diagnóstico fue la angiografía coronaria, definiendo como caso positivo la presencia de $\geq 50\%$ de estrechamiento diametral.

El dataset original contenía 76 variables recolectadas, pero para el análisis estándar se seleccionaron 14 atributos que incluyen signos clínicos, parámetros de laboratorio y características electrocardiográficas.

2.2. Variables del Dataset

Al descargar el dataset, las variables categoricas ya vienen dadas de forma numerica, asignando un valor entero a cada categoría de cada variable. Esto facilita la manipulación y calculos de los datos. Presentamos una tabla resumen de las variables del dataset:

Cuadro 1: Variables del Dataset Heart Disease

Atributo	Tipo	Descripción	Valores
age	Continuo	Edad en años	29-77
sex	Categorico	Sexo	0 = fem, 1 = masc
cp	Categorico	Tipo de dolor torácico	1-4
trestbps	Continuo	Presión arterial en reposo (mm Hg)	94-200
chol	Continuo	Colesterol sérico (mg/dl)	126-564
fbs	Categorico	Glicemia en ayunas >120 mg/dl	0 = no, 1 = sí
restecg	Categorico	Resultado ECG en reposo	0-2
thalach	Continuo	Frecuencia cardíaca máxima alcanzada	71-202
exang	Categorico	Angina inducida por ejercicio	0 = no, 1 = sí
oldpeak	Continuo	Depresión ST inducida por ejercicio	0-6.2
slope	Categorico	Pendiente del segmento ST en ejercicio	1-3
ca	Continuo	Número de vasos principales coloreados	0-3
thal	Categorico	Tipo de defecto talio	3 = normal, 6 = defecto, 7 = reversible
num	Objetivo	Diagnóstico de enfermedad	0 = no, 1-4 = sí

Estos signos clínicos, parámetros de laboratorio y características electrocardiográficas se interpretan desde el punto de vista médico de la siguiente manera:

- El dolor torácico (cp) se clasifica en cuatro tipos: anginoso típico (dolor opresivo por esfuerzo), atípico, no anginoso y ausente.
- El colesterol sérico (chol) cuantifica los lípidos en sangre en *mg/dl*.
- La glicemia en ayunas (fbs) indica diabetes si supera *120mg/dl*.
- El electrocardiograma en reposo (restecg) detecta anomalías ST-T o hipertrofia ventricular.
- La frecuencia cardíaca máxima (thalach) registra el pico de esfuerzo.
- La angina inducida por ejercicio (exang) señala dolor durante la prueba de esfuerzo.
- La depresión del segmento ST (oldpeak) mide en milivolts la isquemia miocárdica durante el ejercicio.
- La pendiente del segmento ST (slope) evalúa si es ascendente (normal), plana o descendente (patológica).
- Los vasos principales coloreados (ca) indican cuántas arterias coronarias tienen obstrucción 50% en angiografía.
- La prueba de talio (thal) evalúa perfusión cardíaca: normal, defecto fijo (infarto) o reversible (isquemia).
- El diagnóstico (num) clasifica la severidad de la enfermedad desde 0 (ausente) hasta 4 (severa).

A continuación, se presentan las estadísticas descriptivas de estas variables:

Cuadro 2: Estadísticas Descriptivas del Dataset

	age	sex	cp	trestbps	chol	fbs	restecg	thalach	exang	oldpeak	slope	ca	thal
count	303	303	303	303	303	303	303	303	303	303	303	299	301
mean	54.4	0.68	3.16	131.69	246.69	0.15	0.99	149.61	0.33	1.04	1.60	0.67	4.73
std	9.04	0.47	0.96	17.60	51.78	0.36	0.99	22.88	0.47	1.16	0.62	0.94	1.94
min	29	0	1	94	126	0	0	71	0	0.00	1	0	3
25 %	48	0	3	120	211	0	0	134	0	0.00	1	0	3
50 %	56	1	3	130	241	0	1	153	0	0.80	2	0	3
75 %	61	1	4	140	275	0	2	166	1	1.60	2	1	7
max	77	1	4	200	564	1	2	202	1	6.20	3	3	7

2.3. Consideraciones Adicionales

Es importante señalar que el dataset presenta algunos valores faltantes en los atributos **ca** y **thal**. La distribución de la variable objetivo muestra que de los 303 pacientes, 164 no presentaban enfermedad cardiovascular (valor 0), mientras que 139 presentaban diversos grados de enfermedad (valores 1-4), esto indica que las clases son desbalanceadas.

Entre las limitaciones del dataset se debe considerar su contexto temporal (datos de 1979-1988), donde los criterios diagnósticos y prácticas clínicas pueden diferir de los estándares actuales. Además, la muestra representa una población específica de pacientes referidos para angiografía, lo que puede introducir sesgos de selección. Cabe resaltar que el dataset no incluye factores de riesgo modernos como proteína C reactiva o score cálcico coronario.

3. Preprocesamiento

El preprocesamiento tiene como finalidad transformar la base de datos *Heart Disease* en una matriz de diseño adecuado para el modelado supervisado. En particular, buscamos,

- homogenizar la escala de las variables numéricas para algoritmos sensibles a la magnitud,
- separar correctamente predictores X y respuesta y evitando fugas de información.

3.1. Preparación y limpieza

3.2. Codificación de variables categóricas

3.3. Buenas prácticas y control de fuga de información

4. Clasificación y evaluación de modelos

5. Conclusiones