

Puede solicitar los archivos complementarios  
de este libro escribiendo a **comercial@ediciones-eni.com**

## Prólogo

1. Público objetivo y requisitos previos . . . . .	11
2. Objetivos . . . . .	12
3. Metodología . . . . .	12
4. Agradecimientos . . . . .	13

## Capítulo 1

### Introducción a la inteligencia artificial

1. Introducción . . . . .	15
2. Definición de inteligencia artificial . . . . .	16
2.1 Sistemas basados en reglas . . . . .	16
2.2 Machine Learning aprendizaje automático . . . . .	16
2.3 Deep Learning - aprendizaje profundo . . . . .	17
3. Evolución de la inteligencia artificial . . . . .	18
4. Aplicaciones concretas de la IA . . . . .	19

## Capítulo 2

### PHP y la inteligencia artificial

1. Introducción . . . . .	21
2. El lugar de PHP en la IA . . . . .	22
2.1 Facilidad de uso . . . . .	22
2.2 Librerías y frameworks . . . . .	22
2.3 Comunidad . . . . .	23
2.4 Rendimiento . . . . .	23
2.5 Ecosistema de desarrollo . . . . .	24

# 2 PHP e inteligencia artificial

Conceptos, herramientas y aplicaciones

3.	Librerías PHP para la IA . . . . .	24
3.1	Librerías de creación de modelos . . . . .	24
3.1.1	PHP-ML . . . . .	25
3.1.2	Rubix ML . . . . .	25
3.2	Librerías de consumo de modelos . . . . .	25
4.	Configurar el entorno de desarrollo para PHP . . . . .	26
4.1	Servidor web y PHP 7.4 . . . . .	26
4.1.1	Windows . . . . .	26
4.1.2	Linux . . . . .	26
4.1.3	Mac OS . . . . .	26
4.1.4	Extensiones PHP . . . . .	27
4.2	Librerías PHP orientadas a la IA . . . . .	27

## Capítulo 3

### Entender y preparar los datos

1.	Introducción . . . . .	31
2.	Tipos de datos . . . . .	32
2.1	Datos numéricos . . . . .	32
2.2	Datos categóricos . . . . .	32
2.3	Datos ordinales . . . . .	33
2.4	Datos textuales . . . . .	33
2.5	Datos temporales . . . . .	33
2.6	Datos geoespaciales . . . . .	33
2.7	Datos multimedia . . . . .	34
2.8	Datos lógicos/binarios . . . . .	34
3.	Tipos de aprendizaje . . . . .	35
4.	Soluciones de visualización de datos . . . . .	36
4.1	Diagrama de barras . . . . .	37
4.2	Diagrama de tarta . . . . .	38
4.3	Diagrama de nube de puntos . . . . .	40
4.4	Diagrama de cajas . . . . .	42

4.5	Mapa de calor . . . . .	45
4.6	Diagrama de mapa geográfico . . . . .	47
5.	Recopilación, limpieza e imputación de datos . . . . .	50
5.1	Recopilación de datos en formato CSV . . . . .	50
5.2	Recopilación de datos en formato NDJSON . . . . .	51
5.3	Recopilación de datos desde una base de datos SQL . . . . .	51
5.4	Extracción/filtrado de columnas . . . . .	51
5.4.1	Extracción de columnas . . . . .	52
5.4.2	Filtrado de columnas . . . . .	53
5.5	Conjuntos de datos en Rubix ML . . . . .	54
5.5.1	Creación de un conjunto Labeled . . . . .	54
5.5.2	Creación de un conjunto sin etiquetar . . . . .	55
5.5.3	Métodos de descripción de conjuntos de datos . . . . .	56
5.5.4	Métodos de selección y manipulación de conjuntos de datos . . . . .	58
5.6	Limpieza e imputación de datos . . . . .	61
5.6.1	Eliminación de los datos duplicados . . . . .	61
5.6.2	Procesamiento masivo de datos con transformers . . . . .	61
5.6.3	Gestión de datos ausentes imputación de datos . . . . .	63
6.	Exploración y análisis de datos . . . . .	70
6.1	Análisis univariante de las características numéricas continuas . . . . .	70
6.2	Análisis univariante de las características categóricas . . . . .	75
6.3	Análisis multivariado . . . . .	77
6.4	Matriz de correlaciones . . . . .	81
7.	Preprocesamiento de los datos . . . . .	82
7.1	Transformación de datos categóricos en datos numéricos . . . . .	82
7.2	Transformación de datos ordinales en datos numéricos . . . . .	83
7.3	Transformar datos binarios en datos numéricos . . . . .	84
7.4	Transformar datos textuales en datos numéricos . . . . .	84
7.5	Transformar los datos multimedia en datos numéricos explotables . . . . .	86
7.6	Estandarización . . . . .	87

# 4 PHP e inteligencia artificial

## Conceptos, herramientas y aplicaciones

7.7 Normalización . . . . .	87
8. Reducción de dimensiones . . . . .	88
8.1 Análisis en componentes principales. . . . .	89
8.2 T-SNE - t-Distributed Stochastic Neighbor Embedding . . . . .	93
9. En resumen . . . . .	94

### Capítulo 4

#### Criterios de rendimiento y de selección

1. Introducción . . . . .	95
2. El reto de crear el modelo ideal . . . . .	96
2.1 Capacidad de generalización . . . . .	97
2.2 Sobreaprendizaje . . . . .	98
3. Evaluación del rendimiento . . . . .	99
3.1 División en conjuntos de entrenamiento y prueba . . . . .	99
3.2 Validación cruzada en K partes (K-folds) . . . . .	101
4. Métricas de evaluación del rendimiento de los modelos . . . . .	101
4.1 Métricas de evaluación de los modelos de clasificación . . . . .	102
4.1.1 Matriz de confusión . . . . .	102
4.1.2 Precisión global . . . . .	105
4.1.3 Precisión por clase de predicción . . . . .	106
4.1.4 Recuerdo de una clase . . . . .	107
4.1.5 Score F1 . . . . .	107
4.1.6 Las métricas de los modelos de clasificación con Rubix ML . . . . .	108
4.2 Métricas de evaluación de modelos de regresión . . . . .	109
4.2.1 Error absoluto medio (Mean Absolute Error) . . . . .	111
4.2.2 Media del cuadrado de los errores (Mean Squared Error) . . . . .	112
4.2.3 Raíz de la media de los errores al cuadrado (Root Mean Squared Error) . . . . .	113

4.2.4 El error cuadrático relativo (RSE) y el coeficiente de determinación $R^2$ . . . . .	114
4.2.5 Las métricas de los modelos de regresión en Rubix ML . . . . .	115
5. Aprovechamiento de las métricas de evaluación en la optimización de los hiperparámetros . . . . .	116

## Capítulo 5

### Algoritmos de aprendizaje supervisado

1. Introducción . . . . .	119
2. Algoritmos de regresión . . . . .	120
2.1 Regresión lineal y regresión . . . . .	120
2.1.1 Regresión lineal simple. . . . .	121
2.1.2 Regresión multilineal . . . . .	121
2.1.3 Puesta en práctica en PHP con el algoritmo Ridge . . . . .	122
2.2 Árbol de regresión . . . . .	131
2.2.1 Principio de funcionamiento de un árbol de regresión . . . . .	131
2.2.2 Puntos fuertes/débiles de los árboles de regresión . . . . .	132
2.2.3 Puesta en práctica en PHP . . . . .	133
2.2.4 El gradient boosting . . . . .	143
2.3 Algoritmo de regresión por los K vecinos más cercanos. . . . .	146
2.3.1 Principios de funcionamiento de la regresión por los K vecinos más cercanos (KNN) . . . . .	146
2.3.2 Puntos fuertes/débiles de KNN . . . . .	147
2.3.3 Nociones de distancia. . . . .	148
2.3.4 Puesta en práctica en PHP . . . . .	151
2.4 Algoritmo de regresión por máquinas de vector de soporte (SVR) . . . . .	158
2.4.1 Principios de funcionamiento . . . . .	158
2.4.2 Puntos fuertes/débiles . . . . .	159
2.4.3 Puesta en práctica en PHP . . . . .	160

2.5	Redes neuronales aplicadas a la regresión . . . . .	166
2.5.1	Principios de funcionamiento . . . . .	167
2.5.2	Funciones de activación . . . . .	173
2.5.3	Puntos fuertes/débiles de las redes neuronales . . . . .	174
2.5.4	Puesta en práctica en PHP . . . . .	175
3.	Algoritmos de clasificación . . . . .	183
3.1	Regresión logística (clasificación binaria) . . . . .	184
3.1.1	Principio de funcionamiento . . . . .	184
3.1.2	Puntos fuertes y débiles de la regresión logística . . . . .	184
3.1.3	Aplicación en PHP . . . . .	185
3.1.4	One versus all . . . . .	191
3.2	Árbol de clasificación . . . . .	196
3.2.1	Principio de funcionamiento . . . . .	196
3.2.2	Puntos fuertes/débiles de los árboles de clasificación . . . . .	197
3.2.3	Puesta en práctica en PHP . . . . .	198
3.3	Bosque aleatorio . . . . .	203
3.3.1	Principios de funcionamiento . . . . .	203
3.3.2	Ventajas/desventajas en comparación con un árbol simple . . . . .	203
3.3.3	Puesta en práctica en PHP . . . . .	204
3.4	AdaBoost . . . . .	206
3.4.1	Principios de funcionamiento . . . . .	206
3.4.2	Puntos fuertes/débiles de AdaBoost . . . . .	209
3.4.3	Ilustración de los modelos basados en árboles de clasificación . . . . .	209
3.4.4	Puesta en práctica en PHP . . . . .	210
3.5	SVC (clasificadores de vectores de soporte) . . . . .	212
3.5.1	Principios de funcionamiento . . . . .	212
3.5.2	Puntos fuertes/débiles del SVC . . . . .	213
3.5.3	Puesta en práctica en PHP . . . . .	214

3.6 Clasificador por los K vecinos más cercanos (clasificador KNN) .....	221
3.6.1 Principio de funcionamiento .....	221
3.6.2 Puntos fuertes y débiles de los algoritmos de clasificación KNN .....	224
3.6.3 Aplicación práctica en PHP .....	225
3.7 Redes neuronales de clasificación .....	230
3.7.1 Principio de funcionamiento de las redes neuronales de clasificación .....	230
3.7.2 Aplicación práctica de las redes neuronales de clasificación .....	231
3.8 Naive Bayes.....	239
3.8.1 Puntos fuertes y débiles de los modelos basados en Naive Bayes .....	242
3.8.2 Puesta en práctica con PHP .....	243
4. Resumen .....	246

## Capítulo 6

### Algoritmos de aprendizaje no supervisado

1. Introducción .....	247
2. Algoritmos de partición de datos/agrupación. ....	248
2.1 Algoritmo K-Means .....	248
2.1.1 Principio de funcionamiento del algoritmo K-Means ..	248
2.1.2 Puntos fuertes/débiles del clustering con K-Means ..	250
2.1.3 Puesta en práctica en PHP .....	250
2.2 Algoritmo DBSCAN.....	259
2.2.1 Principio de funcionamiento de DBSCAN .....	259
2.2.2 Puntos fuertes y débiles de DBSCAN .....	260
2.2.3 Aplicación práctica en PHP .....	260

# 8 PHP e inteligencia artificial

Conceptos, herramientas y aplicaciones

3.	Algoritmos de detección de anomalías . . . . .	265
3.1	El algoritmo One-Class SVM. . . . .	265
3.1.1	Principio de funcionamiento . . . . .	265
3.1.2	Puntos fuertes/débiles de One-Class SVM . . . . .	266
3.1.3	Puesta en práctica en PHP . . . . .	266
3.2	Los bosques de aislamiento . . . . .	271
3.2.1	Principio de funcionamiento de los bosques de aislamiento . . . . .	271
3.2.2	Puntos fuertes y débiles de los bosques de aislamiento . . . . .	272
3.2.3	Puesta en práctica en PHP . . . . .	272
3.3	Algoritmo del Z-Score robusto . . . . .	277
3.3.1	Principio de funcionamiento . . . . .	277
3.3.2	Puntos fuertes/débiles del Z-Score robusto . . . . .	278
3.3.3	Aplicación práctica en PHP . . . . .	279
4.	En resumen . . . . .	284

## Capítulo 7

### Persistir y reutilizar los modelos

1.	Introducción . . . . .	285
2.	Los objetos persistentes y los serializadores de Rubix ML . . . . .	286
3.	Descubrir las codificaciones y los persistentes en Rubix ML . . . . .	288
4.	Puesta en práctica de la copia de seguridad de un modelo . . . . .	289
5.	Puesta en práctica de la carga de un modelo . . . . .	293
6.	Soluciones de despliegue de modelos en producción . . . . .	294

**Capítulo 8****Elección, optimización y selección de modelos**

1.	Introducción .....	301
2.	Preselección de los modelos más adecuados .....	302
2.1	Preselección de modelos de regresión .....	304
2.2	Preselección de modelos de clasificación .....	306
2.3	Estrategias de elección y de optimización de hiperparámetros .....	308
2.3.1	Favorecer la optimización de los hiperparámetros más críticos .....	309
2.3.2	Ajustes mediante variaciones de granularidad .....	309
2.3.3	Utilizar valores aleatorios .....	310
3.	Selección de modelos .....	311
3.1	Elección del modelo más eficaz .....	311
3.2	Elección de una combinación de modelos .....	311
3.3	Rechazo de modelos .....	313
4.	Resumen .....	313

**Capítulo 9****Utilizar modelos de terceros a través de APIs**

1.	Introducción .....	315
2.	Creación de accesos al API OpenAI .....	316
3.	Consumo de un LLM para responder a una pregunta textual .....	319
3.1	Generación de una respuesta a una pregunta textual sin contexto especificado .....	319
3.2	Generación de una respuesta a una pregunta textual con contexto .....	325

# 10 PHP e inteligencia artificial

Conceptos, herramientas y aplicaciones

4. Uso de un modelo de visión por ordenador junto con un LLM para recuperar información sobre imágenes.....	328
5. Uso de un modelo de transcripción automática de un archivo de audio a texto Speech-To-Text) junto con un LLM .....	334
5.1 Transcripción automática del audio a texto.....	335
5.2 Extracción de datos de negocio mediante un LLM. ....	337
6. Creación de un archivo de audio a partir de un texto utilizando un modelo de generación de voz .....	338
7. Uso de un embedding para vectorizar texto.....	341
7.1 Uso de embedding para transformar texto en vectores .....	342
7.2 Pruebas sobre las similitudes semánticas entre vectores .....	344
Índice.....	347