

Apuntes de Clase: Métricas y Preprocesamiento de Datos en IA

Isaac David Brenes Torres

Inteligencia Artificial
Tecnológico de Costa Rica
ibreto@estudiantec.cr

18 de Septiembre del 2025

Resumen—Este documento presenta una formalización de apuntes de clase correspondientes al curso de Inteligencia Artificial. Se abordan conceptos fundamentales de métricas de evaluación de modelos de clasificación —como precisión, exhaustividad (recall), F1-score y curvas ROC—, así como técnicas esenciales de preprocesamiento de datos, incluyendo limpieza, integración, reducción y transformación. Adicionalmente, se incluye una investigación sobre el protocolo de pagos para agentes de IA (Agent Payments Protocol, AP2).

I. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de Inteligencia Artificial (IA) requieren no solamente de algoritmos robustos, sino también de una evaluación rigurosa y un preprocesamiento adecuado de los datos. Las métricas de evaluación permiten cuantificar el rendimiento de un modelo, mientras que las técnicas de preprocesamiento aseguran la calidad y idoneidad de los datos de entrada. Estos aspectos son críticos para el desarrollo de aplicaciones de IA confiables y efectivas. Este documento organiza y expande los apuntes de clase sobre estos tópicos, integrando además una investigación sobre el emergente Agent Payments Protocol (AP2).

II. AGENTES DE IA Y AGENT PAYMENTS PROTOCOL (AP2)

II-A. Agentes de IA

Los agentes de IA son entidades autónomas que perciben su entorno mediante sensores y actúan sobre dicho entorno mediante actuadores. Estos agentes pueden variar desde simples programas reflexivos hasta sistemas complejos que aprenden y se adaptan. Un componente clave en los agentes modernos es su capacidad para realizar transacciones de manera autónoma, lo cual requiere protocolos seguros y eficientes.

II-B. Agent Payments Protocol (AP2) de Google Cloud

El **Agent Payments Protocol (AP2)** es un framework desarrollado por Google Cloud diseñado específicamente para permitir que los agentes de IA realicen pagos de forma segura y automatizada [1]. AP2 facilita las transacciones económicas entre agentes, servicios y usuarios, actuando como una capa de confianza y estandarización.

Características principales de AP2:

- **Seguridad y autenticación:** Utiliza criptografía avanzada para verificar la identidad de los agentes y asegurar las transacciones.
- **Descentralización:** Puede operar en entornos distribuidos, reduciendo puntos únicos de fallo.
- **Escalabilidad:** Está diseñado para manejar un alto volumen de micro-transacciones simultáneas.
- **Interoperabilidad:** Permite la integración con múltiples sistemas de pago y plataformas blockchain.

AP2 representa un avance significativo hacia la economía autónoma, donde los agentes de IA pueden participar en mercados digitales sin intervención humana constante.

III. MÉTRICAS DE EVALUACIÓN PARA CLASIFICACIÓN

III-A. Matriz de Confusión

La matriz de confusión es una herramienta fundamental para evaluar el rendimiento de un modelo de clasificación binaria. Organiza las predicciones del modelo en cuatro categorías (Tabla I).

Cuadro I: Matriz de Confusión para clasificación binaria.

Predicción	Valor Real	
	Negativo (N)	Positivo (P)
Positivo (P)	FP	VP
Negativo (N)	VN	FN

- **Verdadero Positivo (VP):** El modelo predice la clase positiva correctamente.
- **Falso Positivo (FP):** Error Tipo I. El modelo predice positivo cuando la clase real es negativa.
- **Falso Negativo (FN):** Error Tipo II. El modelo predice negativo cuando la clase real es positiva.
- **Verdadero Negativo (VN):** El modelo predice la clase negativa correctamente.

III-B. Exactitud (Accuracy)

La exactitud mide la proporción de predicciones correctas sobre el total de instancias.

$$\text{Exactitud} = \frac{VP + VN}{VP + VN + FP + FN}$$

Es útil cuando las clases están balanceadas, pero puede ser engañosa en conjuntos de datos desequilibrados.

III-C. Precisión (Precision)

La precisión evalúa la capacidad del modelo para no etiquetar como positivo un ejemplo negativo. Mide la proporción de verdaderos positivos entre todas las predicciones positivas.

$$\text{Precisión} = \frac{VP}{VP + FP}$$

III-D. Exhaustividad (Recall o Sensibilidad)

La exhaustividad mide la capacidad del modelo para encontrar todos los ejemplos positivos. Calcula la proporción de verdaderos positivos identificados correctamente.

$$\text{Recall} = \frac{VP}{VP + FN}$$

III-E. Puntuación F1 (F1-Score)

El F1-Score es la media armónica entre la Precisión y la Exhaustividad. Es especialmente útil cuando existe un desbalance entre clases.

$$F1 = \frac{2 \times \text{Precisión} \times \text{Recall}}{\text{Precisión} + \text{Recall}}$$

III-F. Ejemplo de Caso: Detección de Cáncer

Considere un conjunto de 1000 pacientes, donde 30 tienen cáncer (clase positiva) y 970 no (clase negativa). La matriz de confusión obtenida es:

Cuadro II: Matriz de confusión para el caso de detección de cáncer.

Predictión/Realidad	Cáncer	No Cáncer
Cáncer	25 (VP)	20 (FP)
No Cáncer	5 (FN)	950 (VN)

- **Precisión** = $\frac{25}{25+20} = 0,555$ (55.5 %)
- **Exactitud** = $\frac{25+950}{1000} = 0,975$ (97.5 %)
- **Exhaustividad** = $\frac{25}{25+5} = 0,833$ (83.3 %)
- **F1-Score** = $\frac{2 \times 0,555 \times 0,833}{0,555 + 0,833} \approx 0,662$ (66.2 %)

Aunque la exactitud es alta (97.5 %), la precisión y el F1-Score revelan problemas significativos en la identificación correcta de la clase minoritaria (cáncer).

III-G. Curva ROC y Área Bajo la Curva (AUC)

La curva Característica de Operación del Receptor (ROC) grafica la Tasa de Verdaderos Positivos (Exhaustividad) vs. la Tasa de Falsos Positivos (1 - Especificidad) para distintos umbrales de clasificación. El Área Bajo la Curva (AUC) cuantifica la capacidad del modelo para distinguir entre clases. Un AUC cercano a 1 indica un excelente clasificador, mientras que un AUC de 0.5 corresponde a un clasificador aleatorio.

IV. PREPROCESAMIENTO DE DATOS

La calidad de los datos es crucial para el éxito de cualquier proyecto de IA. Las técnicas de preprocesamiento incluyen:

IV-A. Limpieza de Datos (Data Cleaning)

- **Valores Faltantes:** Se pueden ignorar tuplas, completar manualmente, usar un valor global constante, llenar con la media/mediana/moda, o inferir valores mediante modelos.
- **Datos Ruidosos:** Técnicas como *binning* (agrupación en intervalos), regresión o filtrado (media móvil) ayudan a suavizar el ruido.

IV-B. Integración y Reducción de Datos

- **Integración:** Combina datos de múltiples fuentes, abordando problemas de duplicados e inconsistencias (ej. estandarización de formatos).
- **Reducción:** Reduce el volumen de datos manteniendo la información esencial. Incluye reducción de dimensionalidad (PCA) y selección de características.

IV-C. Transformación y Discretización

- **Transformación:** Normalización (Min-Max) y Estandarización (Z-score) para escalar características.
- **Discretización:** Convierte variables continuas en categóricas mediante *binning* (igual-ancho o igual-frecuencia).

IV-D. Prueba de Correlación χ^2 para Datos Nominales

Esta prueba estadística determina si existe una asociación significativa entre dos variables categóricas. La hipótesis nula (H_0) supone independencia. Se calcula el estadístico χ^2 comparando las frecuencias observadas (O_{ij}) y esperadas (E_{ij}) en una tabla de contingencia:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

Si $\chi^2_{\text{calculado}} > \chi^2_{\alpha, gl}$, se rechaza H_0 , indicando correlación.

V. CONCLUSIÓN

Este documento basado en los apuntes de clase sobre métricas de evaluación y preprocesamiento de datos en IA. Se cubrieron las principales métricas de clasificación, ilustradas con un ejemplo práctico, y se detallaron las etapas críticas del preprocesamiento de datos. Adicionalmente, se investigó el Agent Payments Protocol (AP2) como un avance tecnológico relevante para la autonomía de los agentes de IA. La clarificación y expansión de estos conceptos busca servir como base para futuras investigaciones y aplicaciones prácticas en el campo de la Inteligencia Artificial.

REFERENCIAS

- [1] Google Cloud, “Announcing the Agent Payments Protocol (AP2) for AI commerce,” Google Cloud Blog, 2024. [En línea]. Disponible: <https://cloud.google.com/blog/products/ai-machine-learning/announcing-agents-to-payments-ap2-protocol>. [Accedido: 18-sep-2025].