



UNIVERSIDAD DE BURGOS  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR  
Grado en Ingeniería Informática



**TFG del Grado en Ingeniería  
Informática**

**título del TFG**



Presentado por Nombre del alumno  
en Universidad de Burgos — 2 de octubre  
de 2022

Tutor: nombre tutor







UNIVERSIDAD DE BURGOS  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR  
Grado en Ingeniería Informática



D. nombre tutor, profesor del departamento de nombre departamento, área de nombre área.

Expone:

Que el alumno D. Nombre del alumno, con DNI dni, ha realizado el Trabajo final de Grado en Ingeniería Informática titulado título de TFG.

Y que dicho trabajo ha sido realizado por el alumno bajo la dirección del que suscribe, en virtud de lo cual se autoriza su presentación y defensa.

En Burgos, 2 de octubre de 2022

Vº. Bº. del Tutor:

Vº. Bº. del co-tutor:

D. nombre tutor

D. nombre co-tutor





## Resumen

En este primer apartado se hace una **breve** presentación del tema que se aborda en el proyecto.

## Descriptores

Palabras separadas por comas que identifiquen el contenido del proyecto Ej: servidor web, buscador de vuelos, android ...

## **Abstract**

A **brief** presentation of the topic addressed in the project.

## **Keywords**

keywords separated by commas.



---

# Índice general

---

|  |     |
|--|-----|
| Índice general   | iii |
| Índice de figuras  | iv  |
| Índice de tablas   | v   |
| Introducción   | 1   |
| 1.1. Preámbulo . . . . .   | 1   |
| Objetivos del proyecto   | 3   |
| Conceptos teóricos   | 5   |
| 3.1. Apendizaje automático . . . . .   | 5   |
| Técnicas y herramientas  | 7   |
| Aspectos relevantes del desarrollo del proyecto  | 9   |
| Trabajos relacionados  | 11  |
| 6.1. Aprendizaje semisupervisado . . . . .   | 11  |
| 6.2. Aprendizaje semisupervisado aplicado a la detección de ataques en sistemas de recomendación . . . . . | 11  |
| 6.3. Ataques en sistemas de recomendación . . . . .  | 12  |
| Conclusiones y Líneas de trabajo futuras   | 13  |
| Bibliografía   | 15  |

---

# Índice de figuras

---

---

# Índice de tablas

---



---

# Introducción

---

[Descripción del contenido del trabajo y del estructura de la memoria y del resto de materiales entregados..]

## 1.1. Preámbulo

A diferencia de unas décadas atrás, la sociedad actual está gobernada por los datos. La transición a la época de la información puede ser compleja para determinados colectivos y, consecuentemente, diversos sistemas auxiliares han sido desarrollados con el fin de resumir información y facilitar la toma de decisiones. Entre ellos se encuentran los sistemas de recomendación, que son herramientas que pretenden realizar proposiciones de objetos que pueden resultar interesantes para un determinado perfil.

Económicamente, este tipo de algoritmo es un claro objeto de interés, puesto que puede influir en la toma de decisiones de los compradores y hacer que se inclinen por un determinado producto (por ejemplo, el que tenga una mejor valoración). Los atacantes conocen esta situación y manipulan estas herramientas mediante el uso de perfiles falsos con el fin de beneficiar sus productos o perjudicar los de la competencia.

Este proyecto de investigación pretende proponer un algoritmo de Aprendizaje Semisupervisado que sea capaz de detectar los ataques a sistemas de recomendación, diferenciando entre perfiles genuinos e inyectados, además de comprobar la veracidad de los planteados por otros investigadores.



---

## Objetivos del proyecto

---

Este apartado explica de forma precisa y concisa cuales son los objetivos que se persiguen con la realización del proyecto. Se puede distinguir entre los objetivos marcados por los requisitos del software a construir y los objetivos de carácter técnico que plantea a la hora de llevar a la práctica el proyecto.





---

# Conceptos teóricos

---

Se sintetizarán a continuación algunos de los conceptos teóricos más relevantes para la correcta comprensión del documento.

## 3.1. Apendizaje automático

Se denomina aprendizaje automático a aquella rama de la inteligencia artificial cuyo objetivo es desarrollar métodos que permitan que un agente mejore su rendimiento mediante la experiencia y procesamiento de datos. Consecuentemente, los modelos entrenados realizarán predicciones cada vez más precisas como resultado del algoritmo implementado.

Dentro del aprendizaje se diferencian tres grandes grupos en función del tipo de entrada que sea consumida: el aprendizaje supervisado (datos etiquetados), el no supervisado (datos no etiquetados) y el semisupervisado (datos etiquetados y no etiquetados), siendo esta última categoría objeto de estudio en este proyecto de investigación.

### Aprendizaje semisupervisado

Como se ha mencionado anteriormente, se denomina aprendizaje semisupervisado a aquel conjunto de algoritmos que utiliza datos etiquetados y no etiquetados para realizar clasificaciones. Inicialmente, se pueden diferenciar dos categorías: los métodos inductivos, cuyo objetivo principal es construir un clasificador que genere predicciones para cualquier entrada y los métodos transductivos, cuyo poder de predicción está limitado a los objetos utilizados en la fase de entrenamiento.

Prescindiendo de los métodos transductivos por no ser objeto de interés, los métodos inductivos se subdividen en tres grupos [1]: los métodos de envoltura, los preprocesadores no supervisados y los intrínsecamente semisupervisados, siendo materia de estudio los métodos de envoltura.

## Métodos de envoltura

Estos modelos utilizan uno o más clasificadores que son entrenados iterativamente con los datos etiquetados de entrada, además de con datos pseudoetiquetados. Se denomina “pseudoetiquetado” a aquellos datos que inicialmente no estaban etiquetados, pero acabaron estándolo por iteraciones previas de los clasificadores.

Consecuentemente, el procedimiento consta de dos fases que se repiten en cada iteración: el entrenamiento y el pseudoetiquetado. Durante el entrenamiento, los clasificadores se alimentan de datos etiquetados (o pseudoetiquetados). En la fase de pseudoetiquetado, se utilizan datos no etiquetados para que sean procesados por los clasificadores previamente entrenados.

Dentro de esta categoría, se pueden diferenciar tres grandes grupos: los “autoentrenados”, que utilizan únicamente un clasificador, los “co-training”, que utilizan más de uno y los “pseudo-labelled boosting methods”, que construyen clasificadores individuales que se alimentan de las predicciones más fiables. Se estudiará más en profundidad los métodos co-training.

## Co-training y Co-forest

En estos algoritmos, varios clasificadores son entrenados iterativamente utilizando datos etiquetados y añadiendo las predicciones (resultados) más certeras al conjunto para ser utilizadas en las siguientes iteraciones. Para que los clasificadores sean capaces de generar información distinta, generalmente se divide el conjunto de entrada según alguna característica (no siendo estrictamente necesario).

El llamado “co-forest”, es un modelo dentro del co-training. En su desarrollo, se utilizan árboles de decisión (a mayor número mejor resultado), que son entrenados utilizando los datos etiquetados. En cada iteración, además, se añade al conjunto de datos nuevos elementos pseudoetiquetados. Estos elementos son el resultado de los elementos comunes (nuevas etiquetas) del resto de árboles en la fase anterior, y se usan durante una fase de entrenamiento. Sin embargo, se eliminan una vez se ha completado (la

siguiente iteración se realiza inicialmente sólo con los datos etiquetados, etc.), consiguiendo así resultados certeros.



---

## Técnicas y herramientas

---

Esta parte de la memoria tiene como objetivo presentar las técnicas metodológicas y las herramientas de desarrollo que se han utilizado para llevar a cabo el proyecto. Si se han estudiado diferentes alternativas de metodologías, herramientas, bibliotecas se puede hacer un resumen de los aspectos más destacados de cada alternativa, incluyendo comparativas entre las distintas opciones y una justificación de las elecciones realizadas. No se pretende que este apartado se convierta en un capítulo de un libro dedicado a cada una de las alternativas, sino comentar los aspectos más destacados de cada opción, con un repaso somero a los fundamentos esenciales y referencias bibliográficas para que el lector pueda ampliar su conocimiento sobre el tema.



---

## Aspectos relevantes del desarrollo del proyecto

---

Este apartado pretende recoger los aspectos más interesantes del desarrollo del proyecto, comentados por los autores del mismo. Debe incluir desde la exposición del ciclo de vida utilizado, hasta los detalles de mayor relevancia de las fases de análisis, diseño e implementación. Se busca que no sea una mera operación de copiar y pegar diagramas y extractos del código fuente, sino que realmente se justifiquen los caminos de solución que se han tomado, especialmente aquellos que no sean triviales. Puede ser el lugar más adecuado para documentar los aspectos más interesantes del diseño y de la implementación, con un mayor hincapié en aspectos tales como el tipo de arquitectura elegido, los índices de las tablas de la base de datos, normalización y desnormalización, distribución en ficheros<sup>3</sup>, reglas de negocio dentro de las bases de datos (EDVHV GH GDWRV DFWLYDV), aspectos de desarrollo relacionados con el WWW... Este apartado, debe convertirse en el resumen de la experiencia práctica del proyecto, y por sí mismo justifica que la memoria se convierta en un documento útil, fuente de referencia para los autores, los tutores y futuros alumnos.





---

## Trabajos relacionados

---

Dentro de este proyecto se pueden diferenciar tres líneas de investigación:

### 6.1. Aprendizaje semisupervisado

Como principal referente, se ha utilizado el artículo de Jesper E. van Engelen y Holger H. Hoos engelen-hoos. En él, se expone una clasificación general de los principales tipos de métodos derivados del aprendizaje semisupervisado y sus características. Auxiliariamente, también ha sido consultado el documento de Triguero, García y Herrera triguero-garcia-herrera.

### 6.2. Aprendizaje semisupervisado aplicado a la detección de ataques en sistemas de recomendación

En este caso, el artículo fundamental es zhou-duan. En este documento, se propone un método de detección basado en Co-Forest y se producen distintas comparativas con otros algoritmos para comprobar su eficacia, consiguiendo unos resultados muy aceptables. También es muy relevante citar el trabajo de zhiang-junjie, puesto que propone una aproximación Naive Bayes para separar perfiles de atacantes de perfiles genuinos y además propone los datasets que son utilizados posteriormente por Zhou y Duan (Amazon, Netflix y MovieLens).

### **6.3. Ataques en sistemas de recomendación**

La importancia de proteger los sistemas de recomendación ha sido contemplada desde principio de siglo, siendo común la proposición de otros tipos de aprendizaje para detectar los ataques.

Respecto a la descripción de los tipos de intrusión, la correcta definición formal (matemática) de sus parámetros y una recopilación de la gran mayoría de ataques existentes, es fundamental referenciar el artículo de mingdan-qingshan. Previo a este documento, también es relevante contemplar otros trabajos, como la conferencia de lam-riedl, donde se propone utilizar como datasets los conjuntos de películas o el paper de mahony, que define los modelos de construcciones en base a conocimiento del sistema y pone a prueba la robustez de los recomendadores evaluando su estabilidad y precisión ante la presencia de perfiles inyectados (análisis matemático muy completo).

---

## **Conclusiones y Líneas de trabajo futuras**

---

Todo proyecto debe incluir las conclusiones que se derivan de su desarrollo. Éstas pueden ser de diferente índole, dependiendo de la tipología del proyecto, pero normalmente van a estar presentes un conjunto de conclusiones relacionadas con los resultados del proyecto y un conjunto de conclusiones técnicas. Además, resulta muy útil realizar un informe crítico indicando cómo se puede mejorar el proyecto, o cómo se puede continuar trabajando en la línea del proyecto realizado.



---

## Bibliografía

---

- [1] Jesper Engelen and Holger Hoos. A survey on semi-supervised learning. *Machine Learning*, 109, 02 2020.
- [2] Michael O'Mahony, Neil Hurley, Nicholas Kushmerick, and Guénolé Silvestre. Collaborative recommendation: A robustness analysis. *ACM Trans. Internet Technol.*, 4(4):344–377, nov 2004.