Sistemas de recomendación: taxonomía, aplicaciones y tendencias actuales de investigación

Daniel Ranchal-Parrado[1,2][0000−0002−0822−9163], Jorge Picado-Cariño[3][0009−0008−2322−0352], Carlos Porcel[1,3][0000−0002−0219−2937], Jesús Alcalá-Fdez[1,2,3][0000−0002−6190−3575]

[1] Departamento de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial, Universidad de Granada, E-18071 Granada, España {cporcel,jalcala}@decsai.ugr.es
[2] Instituto de Investigación Biosanitaria ibs.GRANADA, Granada, España danielranchal@correo.ugr.es
[3] Instituto Andaluz Interuniversitario en Ciencia de Datos e Inteligencia Computacional (DaSCI), Universidad de Granada, Granada, España jorgepica13@ugr.es

Resumen. Los sistemas de recomendación (RecSys) ayudan a los usuarios a gestionar grandes volúmenes de información y a mejorar su toma de decisiones en entornos digitales. El creciente uso de datos heterogéneos ha impulsado el desarrollo de técnicas más avanzadas, capaces de ofrecer recomendaciones más precisas, personalizadas e interpretables. Este trabajo resume el trabajo publicado [1] que propone una taxonomía integral basada tanto en el enfoque de recomendación como en el tipo de usuario objetivo, aportando una perspectiva más práctica y aplicable. Además, se revisan avances recientes, integración de múltiples fuentes de información, creciente relevancia de la explicabilidad y la evaluación, aplicaciones en distintos dominios y herramientas software disponibles e identifican tendencias actuales y retos abiertos, que orientan el desarrollo de futuros RecSys más robustos y centrados en la experiencia de los usuarios.

Palabras clave: RecSys híbridos · tendencias y retos en RecSys · software y aplicaciones.

1 Introducción

Los RecSys se han consolidado como una tecnología fundamental para apoyar a los usuarios en procesos de toma de decisiones en entornos caracterizados por la sobrecarga de información y la heterogeneidad de los datos. El continuo crecimiento de fuentes de información ha impulsado el desarrollo de técnicas de recomendación más avanzadas orientadas a mejorar la personalización, la interpretabilidad y el rendimiento. Las taxonomías existentes ofrecen perspectivas valiosas, aunque a menudo fragmentadas, haciendo hincapié frecuentemente en técnicas específicas, paradigmas de aprendizaje, objetivos de recomendación o dominios de aplicación de forma aislada. Estas perspectivas dificultan la obtención de una comprensión coherente e integral del campo en su conjunto.

Aquí se resume el trabajo publicado en [1], donde se ofrece una visión integral del área usando como referencia la plataforma Web of Science (WoS) y que facilita la identificación de avances, tendencias y retos abiertos. Entre sus principales aportaciones destacan la propuesta de una taxonomía novedosa y de carácter práctico, el análisis de aplicaciones reales y herramientas basadas en software libre, así como un estudio bibliográfico que permite identificar tendencias.
El resto del trabajo se organiza de la siguiente manera. En la Sección 2 se presenta la taxonomía propuesta. La Sección 3 revisa aplicaciones y software. La Sección 4 sintetiza un análisis bibliográfico. La Sección 5 discute retos de investigación y, finalmente, la Sección 6 presenta las conclusiones y trabajos futuros.

2 Taxonomía de sistemas de recomendación

En el trabajo [1] se propone una nueva taxonomía (ver Figura 1) que incorpora una visión dual: por un lado clasifica los esquemas según su enfoque de recomendación, mientras que por otro lado, los clasifica según el tipo de usuario objetivo. Esta taxonomía proporciona una perspectiva más realista al conectar técnicas con escenarios de uso, mejorando así su aplicabilidad en entornos prácticos.

3 Aplicaciones y software

Los RecSys se han aplicado en gran variedad de dominios tales como comercio electrónico, educación, salud, turismo, multimedia, bibliotecas digitales, etc. El análisis realizado muestra cómo las características del dominio en cuestión condicionan el diseño del sistema.
Además, se lleva a cabo una revisión de algunas de las herramientas software disponibles, incluyendo plataformas de código abierto y entornos de desarrollo que facilitan la experimentación y la reproducibilidad. Se indica su tipo, repositorio, lenguaje de implementación, así como la referencia concreta.

4 Análisis bibliográfico

En esta sección se incorpora un análisis bibliográfico, usando WoS como fuente, a partir de la consulta: *TS = ("recommendation system$") OR ("recommender system$"))*, donde TS indica que se buscan términos en el título, resumen, palabras clave, con $ representando 0 o 1 carácter. La búsqueda abarcó el período de 2012 a 2024 y se restringió a artículos en inglés indexados en JCR y libros. Toda la información de este análisis está disponible en el sitio web: *http://sci2s.ugr.es/rss/*.
Además, se incluye un mapa visual (ver Figura 2) donde se observa una tendencia clara hacia el uso de técnicas de aprendizaje profundo, constrastivo, por refuerzo y federado, así como una creciente relevancia de los enfoques híbridos o aspectos como privacidad y equidad.

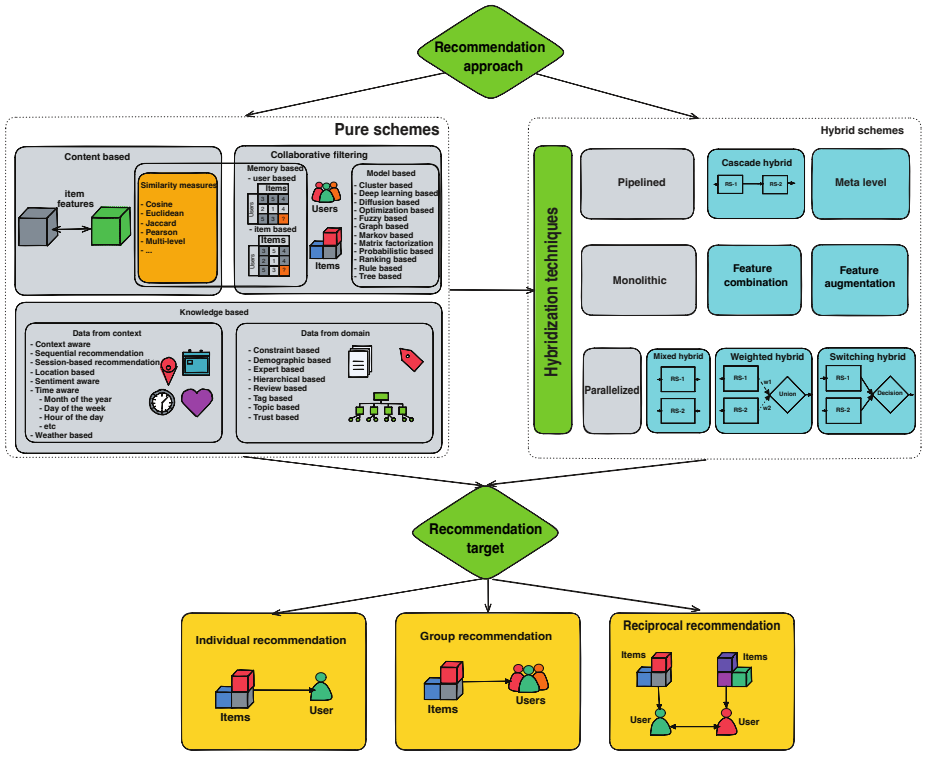


Fig. 1. Taxonomía propuesta.

5 Oportunidades de investigación

Dadas las innumerables posibilidades de mejora que aún deben abordarse, la investigación en el campo de los RecSys sigue siendo muy activa. Entre los principales retos identificados se encuentran la gestión eficiente de grandes volúmenes de datos provenientes de diversas fuentes y en formatos heterogéneos, la reproducibilidad de experimentos, enfoques federados, incorporación de grandes modelos de lenguaje (LLMs) e IA generativa para la mejora de la explicabilidad de las recomendaciones, y el desarrollo de métricas de evaluación más completas y centradas en la experiencia de los usuarios.

6 Conclusiones y trabajos futuros

Este trabajo propone una taxonomía integral e intuitiva sobre RecSys basada en el enfoque y objetivo de la recomendación, analiza aplicaciones y software abierto, e incorpora un análisis bibliométrico. Se discuten consideraciones críticas y posibles líneas de investigación para impulsar avances significativos en el campo. La proliferación de datos provenientes de múltiples fuentes ha impulsado

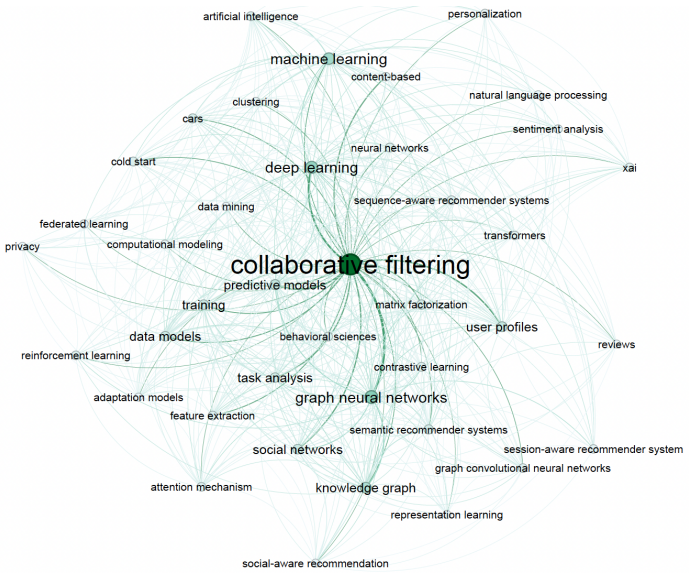


Fig. 2. Mapa de palabras clave en publicaciones durante 2023-2024.

técnicas avanzadas de IA y aprendizaje automático (IA generativa, aprendizaje federado, por refuerzo, etc.) para ofrecer recomendaciones precisas y personalizadas. Se introducen desafíos y oportunidades, como el desarrollo de enfoques innovadores de fusión de información, la mejora de la seguridad y la privacidad de los datos, la provisión de explicaciones interpretables y la formulación de métricas centradas en el usuario. Sin embargo, la realidad es que hay un gran número de técnicas emergentes y una rápida evolución de los sistemas, lo que dificulta que cualquier taxonomía se mantenga actualizada. En cualquier caso, un reto importante es la difusión de software y de los datos anonimizados bajo licencias abiertas para facilitar la adaptación de los sistemas de referencia a los problemas emergentes y promover su mayor adopción en todos los sectores.

Agradecimientos. Esta publicación es parte de los proyectos de I+D+i PID2022-139297OB-I00, financiado por MICIU/AEI/10.13039/501100011033 y por FEDER/UE, e I+D+i C-ING-165-UGR23, cofinanciado/a por la Consejería de Universidad, Investigación e Innovación y por la Unión Europea con cargo al Programa FEDER Andalucía 2021-2027, así como por el Instituto de Salud Carlos III cofinanciado por la Unión Europea (PI23/00129 y PI20/00711)

Referencias

1. Ranchal-Parrado, D. Porcel, C., Alcalá-Fdez, J. 2026. "Recommender Systems: Taxonomy, Applications and Current Research Trends." Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery 16, no. 2: e70095. https://doi.org/10.1002/widm.70095.