

湖北大学计算机与信息工程学院
HUBEI UNIVERSITY School of Computer Science and Information Engineering

知识表示与计算研究方向介绍

（初稿）

导师团队：张龔（教授），
李志飞（副教授），张淼（讲师）

目 录

引言	2
一、知识图谱推理	3
1、任务简介:	3
2、综述论文:	4
3、推荐资源:	4
二、多模态知识推荐	5
1、任务简介:	5
2、综述论文:	6
3、推荐资源:	6
三、视觉知识问答	7
1、任务简介:	7
2、综述论文:	8
3、推荐资源:	8
四、教育知识追踪	9
1、任务简介:	9
2、综述论文:	10
3、推荐资源:	10

引言

知识表示与计算是人工智能领域中的重要研究方向，旨在解决如何将丰富的知识和信息有效地表示为计算机可理解和处理的形式，并以此为基础进行推理、学习、决策和应用。这个领域涵盖了多个子领域，如本体构建、知识图谱、推理技术、嵌入式表示、多模态处理等，为人工智能技术的发展和应用提供了重要支撑。

知识图谱与语义网络：知识图谱是一种以图形方式表示实体和它们之间关系的知识结构。研究人员致力于构建大规模、跨领域的知识图谱，为信息检索、问题解答、推荐系统等应用提供有力支持。语义网络技术帮助计算机理解实体之间的关系，从而实现更高级别的推理。

多模态知识表示：现实世界中的知识涉及多种形式，如文本、图像、音频和视频。多模态知识表示旨在将不同模态的知识融合在一起，实现跨模态的推理和理解。这为计算机在多种媒体数据上进行复杂的语义分析和交叉推理提供了可能。

知识推理与推断：推理是知识表示与计算的核心任务之一。通过使用逻辑、规则、统计方法或深度学习，研究人员致力于从已知的事实和规则中推断出新的结论。推理技术在智能问答、决策支持等领域发挥重要作用。

智能问答与推荐系统：基于知识表示的智能问答和推荐系统在实际应用中具有广泛的应用。研究人员努力开发能够理解用户查询、从知识库中检索信息并进行答案生成的智能系统，同时支持个性化的信息推荐。

综上所述，知识表示与计算是人工智能领域中的关键研究方向，涵盖了本体构建、知识图谱、推理技术、嵌入式表示、多模态处理等多个子领域。通过不断的创新和研究，研究人员致力于提高计算机对知识的理解和应用能力，推动人工智能技术的发展和应用，为我们的数字世界带来更多智能和洞察力。

一、知识图谱推理

1、任务简介：

知识图谱推理（Knowledge Graph Reasoning，知识图谱嵌入、知识图谱补全、知识表示学习）是一种关键的人工智能技术，旨在通过机器学习和数据分析方法，如图 1 所示，从已有的知识图谱中预测和填补缺失的实体、关系或属性信息，以构建更完整、准确的知识图谱。知识图谱是一种以图形结构表示的知识库，其中实体、关系和属性之间的关系被清晰地表示出来。然而，真实世界的知识非常庞杂，不可能完全收录在一个知识图谱中，这就需要知识图谱补全来弥补不足。

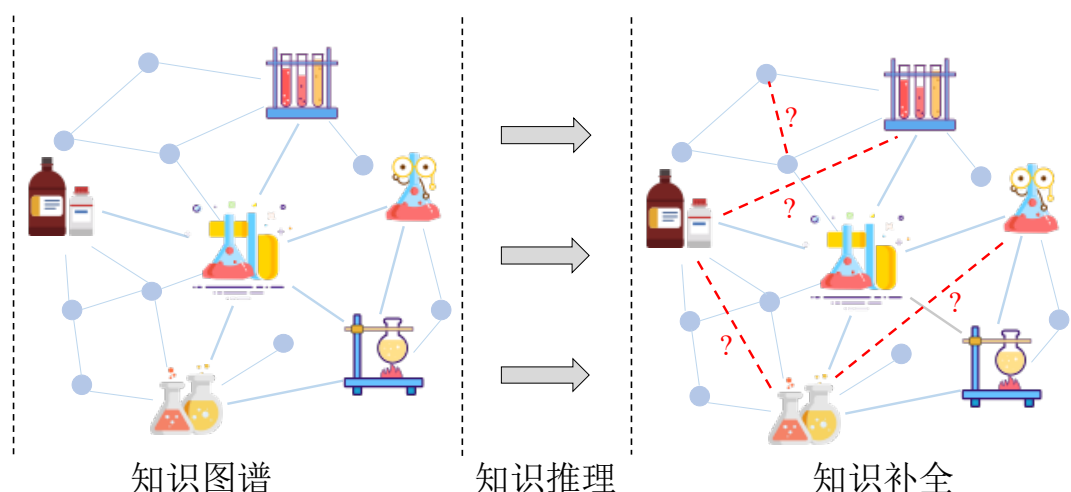


图 1 知识图谱推理示意图

知识图谱补全包含多个任务。首先是实体预测，这意味着根据已有的关系和属性，预测可能存在但尚未记录的实体。其次是关系预测，通过分析已知的实体和关系，预测可能存在的新关系。此外，还有属性补全，即根据已知的实体和属性信息，推测缺失的属性值。还有路径推理，该任务旨在利用已知的路径和关系，预测实体之间可能的路径，以揭示复杂的关系模式。

知识图谱补全在人工智能、信息检索和推荐系统等领域有广泛应用。它不仅可以帮助填补知识图谱的缺失，还可以提供更精准的知识表示，从而提升搜索引擎的准确性、推荐系统的个性化推荐效果，以及智能问答系统的解答能力。通过不断改进和应用知识图谱补全技术，可以更好地利用和应用丰富的知识资源，为人们提供更高质量的智能化服务和应用体验。

2、综述论文：

[1] Liang K, Meng L, Liu M, et al. Reasoning over different types of knowledge graphs: Static, temporal and multi-modal[J]. arXiv preprint arXiv:2212.05767, 2022.（静态、时序、多模态知识图谱推理）

[2] Wang J, Wang B, Qiu M, et al. A Survey on Temporal Knowledge Graph Completion: Taxonomy, Progress, and Prospects. 2023: arXiv:2308.02457.（时序知识图谱推理）

[3] Ji S, Pan S, et al. A Survey on Knowledge Graphs: Representation, Acquisition, and Applications[J]. IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems, 2022, 33(2): 494-514.（知识图谱表示、获取与应用）

[4] Wang Q, Mao Z, Wang B, et al. Knowledge Graph Embedding: A Survey of Approaches and Applications[J]. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 2017, 29(12): 2724-2743.（知识图谱嵌入首篇权威综述）

[5] 李志飞, 赵月, 张龔. 基于表示学习的知识图谱推理研究综述[J]. 计算机科学, 2023, 50(3): 94-113.

3、推荐资源：

<https://github.com/xinguoxia/KGE>

<https://github.com/LIANGKE23/Awesome-Knowledge-Graph-Reasoning>

二、多模态知识推荐

1、任务简介：

多模态推荐系统（Multimodal Recommender Systems）是一种利用多种不同类型的数据（或称为模态）来提供个性化推荐的技术。传统的推荐系统主要基于用户的历史行为或喜好来进行推荐，但这种方法可能无法全面准确地理解用户的兴趣。如图 2 所示，多模态推荐系统通过融合多种数据类型，如文本、图像、音频、视频等，能够更全面地捕捉用户的兴趣和需求，从而提供更精准的推荐。

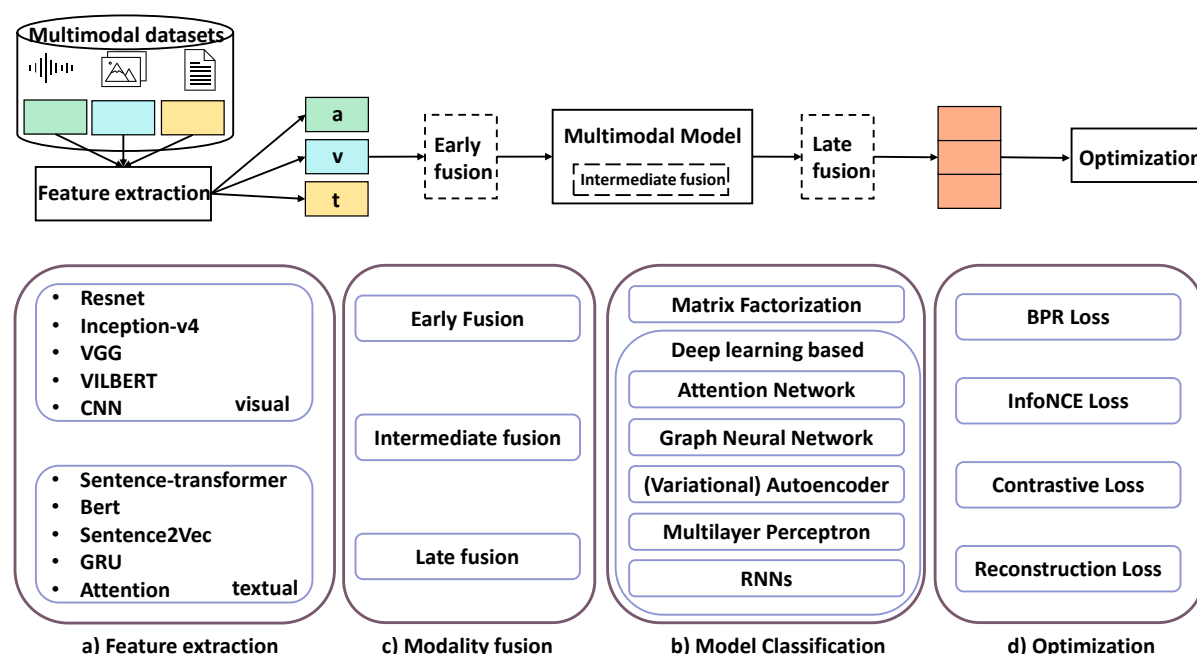


图 2 多模态推荐系统流程图

在多模态推荐系统中，每个模态都代表了一种不同类型的信息。例如，图像模态可能包含商品的图片，文本模态可能包含商品的描述文本，音频模态可能包含用户的评论声音等。这些模态之间可能存在复杂的关联，多模态推荐系统的任务就是将这些关联进行建模，并利用它们来生成个性化的推荐结果。

多模态推荐系统在电子商务、社交媒体、音乐和视频推荐等领域具有重要应用。例如，在电子商务中，可以利用商品的图片、描述文本和用户的历史购买记录来进行多模态推荐，为用户提供更具吸引力的商品推荐。在社交媒体中，可以利用用户发布的文本、图像和视频来生成个性化的内容推荐，提升用户的互动体验。多模态推荐系统的发展为个性化推荐领域带来了新的机遇和挑战，将不同类型的数据有效融合，有望为用户提供更有针对性和多样性的推荐体验。

2、综述论文：

[1] Zhou H, Zhou X, Zeng Z, et al. A Comprehensive Survey on Multimodal Recommender Systems: Taxonomy, Evaluation, and Future Directions[J]. arXiv preprint arXiv:2302.04473, 2023.（多模态推荐）

[2] Deldjoo Y, Schedl M, Cremonesi P, et al. Recommender systems leveraging multimedia content[J]. ACM Computing Surveys, 2020, 53(5): 1-38.（多模态推荐）

[3] Gao C, Zheng Y, Li N, et al. A survey of graph neural networks for recommender systems: Challenges, methods, and directions[J]. ACM Transactions on Recommender Systems, 2023, 1(1): 1-51.（图神经网络推荐）

[4] Guo Q, Zhuang F, Qin C, et al. A survey on knowledge graph-based recommender systems[J]. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 2020, 34(8): 3549-3568.（知识图谱推荐）

3、推荐资源：

<https://github.com/enоче/MultimodalRecSys>

<https://github.com/ceo21ckim/Awesome-Recsys>

三、视觉知识问答

1、任务简介：

如图 3 所示，Visual/Video Question Answering (VQA) 是一种新兴的人工智能任务，旨在使计算机能够理解图像/视频并回答与图像相关的自然语言问题。它融合了计算机视觉和自然语言处理两个领域，要求系统能够同时处理图像和文本，以实现多模态信息的联合推理和交互。VQA 的目标是提高计算机在图像和文本之间的跨模态理解能力，使其能够实现更深入的图像理解和更自然的语言生成。在 VQA 中，任务的主要过程可以概括如下：

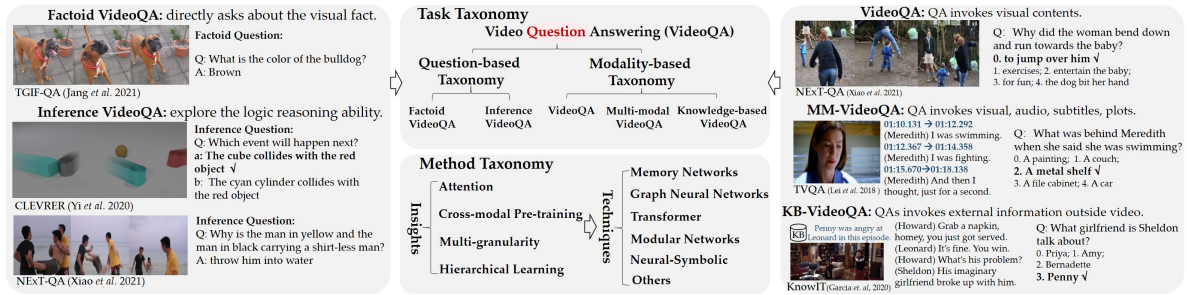


Figure 1: Illustration of the taxonomy. The taxonomy covers not only Factoid and Inference VideoQA in terms of understanding level, but also VideoQA, Multi-modal VideoQA, and Knowledge-based VideoQA in terms of the multi-modal information invoked in QAs to better analyze the challenges and help to uncover the future focus.

图 3 视觉知识问答任务分类

图像特征提取：VQA 的第一步是将图像转化为计算机可理解的表示。这通常涉及使用卷积神经网络（CNN）来提取图像中的特征，从而捕获图像中的对象、场景和其他重要信息。

问题表示：用户提出的问题是自然语言文本，系统需要将问题转化为计算机可处理的形式，通常使用词嵌入或其他文本表示技术。

多模态融合：图像特征和问题表示需要进行融合，以便系统能够联合推理图像和问题之间的关系。这可能涉及到注意力机制、图神经网络等技术，以强调问题中与图像特征相关的部分。

推理和回答生成：在融合后，系统将进行推理操作，从图像和问题的综合信息中生成最终的回答。这涉及对图像内容和问题意图的深入理解，以确保生成准确的自然语言回答。VQA 在多个领域都有广泛的应用潜力：

教育领域：VQA 可以帮助教育领域中的学生更好地理解课程材料，回答与学习内容相关的问题。

智能助手：将 VQA 技术应用于智能助手中，可以实现更自然的用户交互，帮助用户获得准确的信息和解答。

社交媒体：VQA 可用于解析社交媒体上的图像内容，从而更好地回答用户的提问或评论。

尽管 VQA 是一个具有挑战性的任务，但它为改善计算机在跨模态理解和多模态交互方面的能力提供了重要机遇。通过持续的研究和创新，VQA 技术有望进一步提升人机交互体验，实现更深入的图像理解和自然语言生成。

2、综述论文：

[1] Zhong Y, Ji W, Xiao J, et al. Video Question Answering: Datasets, Algorithms and Challenges[C]//Proceedings of the 2022 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing. 2022: 6439-6455.

3、推荐资源：

<https://github.com/VRU-NExT/VideoQA>

<https://github.com/jokieleung/awesome-visual-question-answering#survey>

四、教育知识追踪

1、任务简介：

知识追踪（Knowledge Tracing）是一项教育技术领域中的重要任务，旨在通过分析学生的学习历程和表现，预测其在未来学习中的表现，从而个性化地指导教学和学习过程。这一任务在现代教育中具有重要意义，可以帮助教育者更好地了解学生的学习需求，优化教学方法，提高学习效果。

知识追踪的核心思想是基于学生的学习数据和行为，建立模型来预测学生在特定知识领域的学习进度和表现。如图 4 所示，包括了学生在做题、阅读、互动等学习活动中产生的数据，如答题结果、学习时间、错误类型等。通过对这些数据的分析，知识追踪模型可以洞察学生不同知识点上的理解情况，以及他们在学习过程中的困难和挑战。

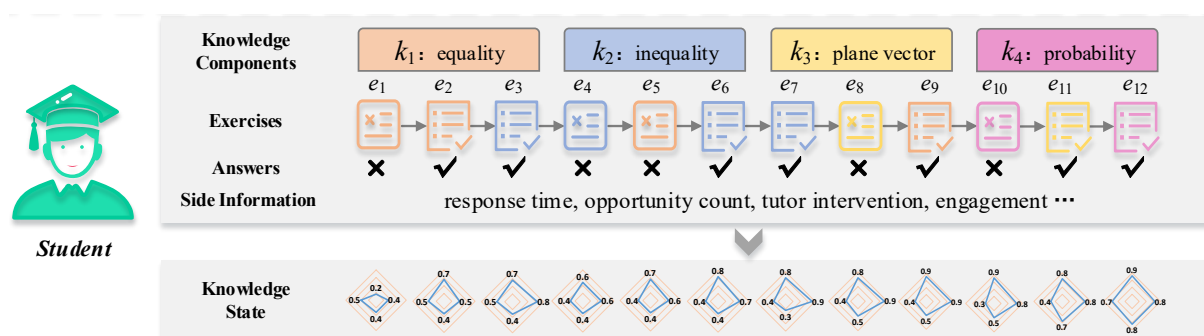


图 4 知识追踪示意图

知识追踪在教育领域有广泛的应用，可以用于在线学习平台、个性化教育系统、智能辅导工具等。有助于教育者更好地了解学生的学习需求，提供针对性的指导，使学生能够更有效地学习和掌握知识。同时，知识追踪也为学生提供更个性化、灵活的学习体验，增强学习动力和成就感。

总之，知识追踪是一项具有前景和挑战的任务，它融合了教育、数据科学和人工智能等多个领域的知识，为教育领域的创新和进步提供了重要支持。通过持续的研究和实践，我们可以不断改进知识追踪技术，为学生和教育者创造更好的学习和教学环境。

2、综述论文：

[1] Liu Q, Shen S, Huang Z, et al. A survey of knowledge tracing[J]. arXiv preprint arXiv:2105.15106, 2021.

[2] Abdelrahman G, Wang Q, Nunes B. Knowledge tracing: A survey[J]. ACM Computing Surveys, 2023, 55(11): 1-37.

3、推荐资源：

<https://github.com/bigdata-ustc/EduKTM>

<https://github.com/pykt-team/pykt-toolkit>