



Graphs Meet AI Agents

文章综述

2025年7月21日

马斌

目录

1

研究背景与概述

2

相关基础概念

3

Graphs for Agent

4

Agents for Graph

5

应用领域

6

挑战与未来机遇



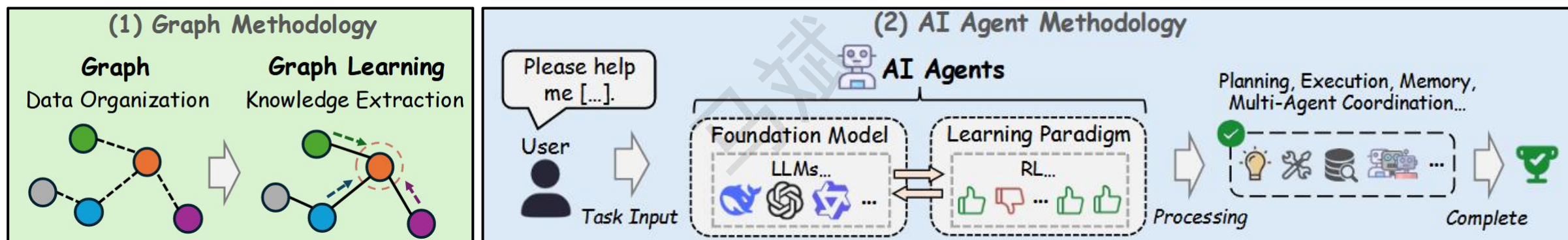
1 研究背景



- AI代理的发展:

RL -> LLM -> RL与LLM融合

- 核心挑战: 复杂任务中信息、操作和交互的结构化需求



- 图技术(Graph)的优势: 格式良好地组织、管理复杂关系, 支持代理核心功能



1 论文概述



■ 日期: [【原文】](#)

2025-07-04

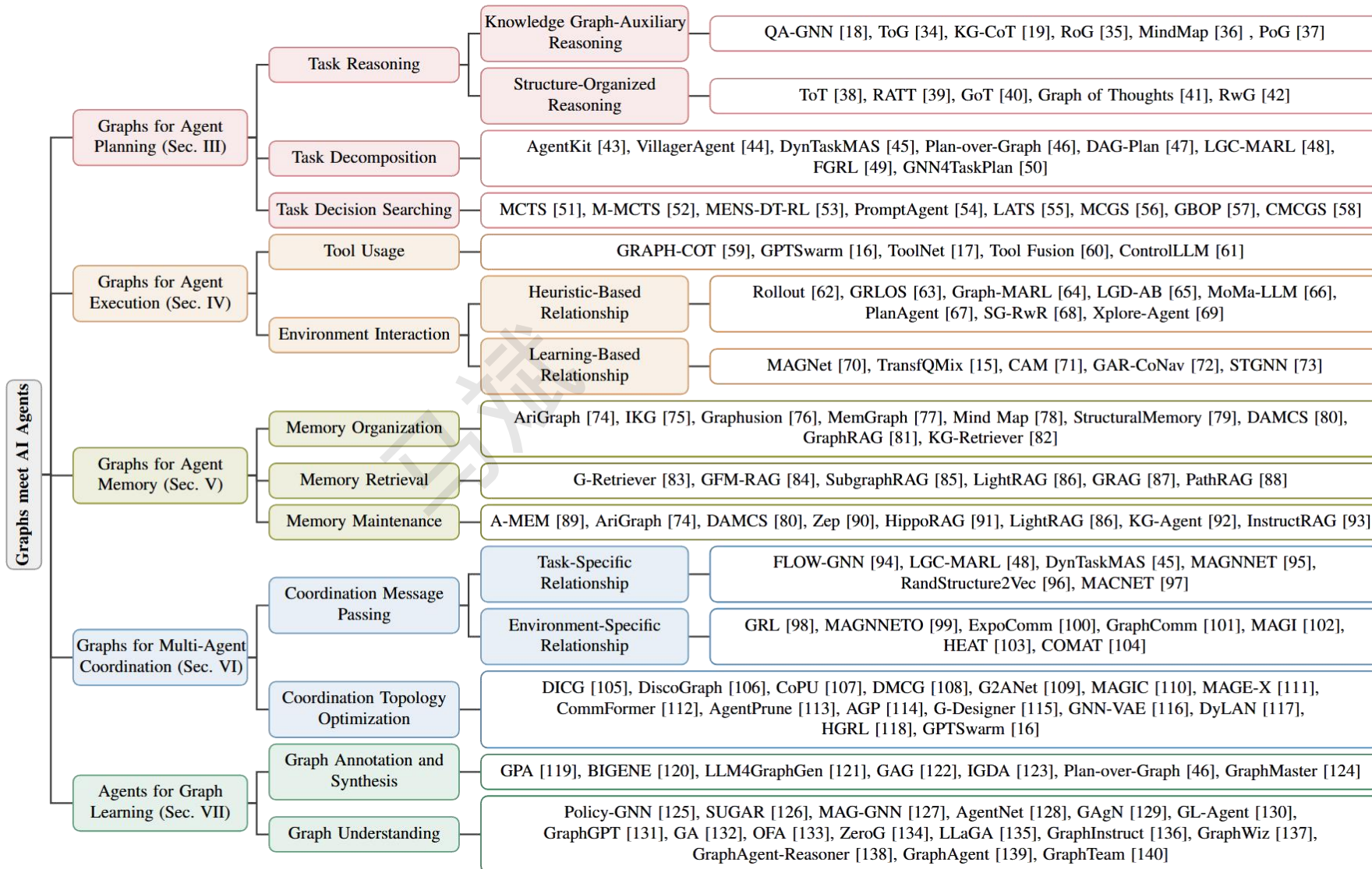
■ 概括:

该综述对现阶段的
图技术与AI智能体
的双向赋能进行了
系统总结与回顾。

■ 评价:

新、全、浅;

可作为工具书。

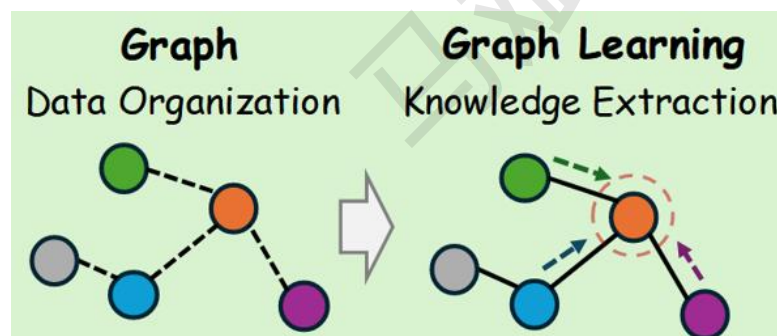




2 相关基础概念



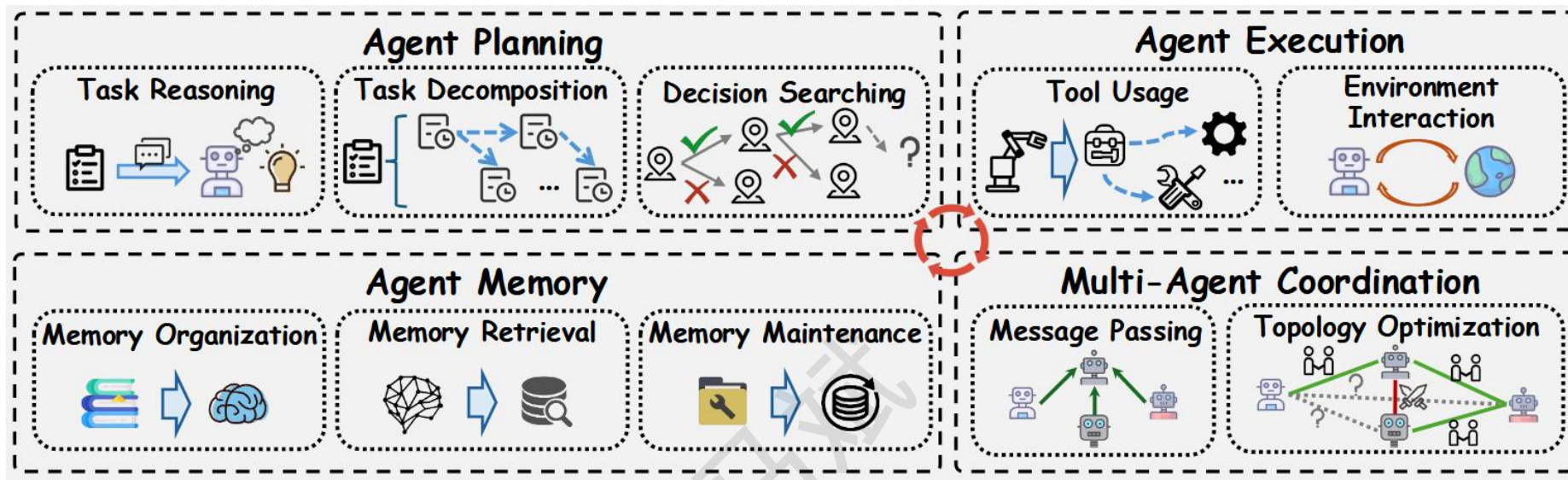
- AI Agents:
 - RL Agents: 通过奖励函数优化, 适合特定任务
 - LLM Agents: 具备记忆和工具使用能力, 无需重复训练
 - 融合趋势: RL增强LLM, 形成统一架构
- Reinforcement Learning(RL): 基于“交互-反馈”循环, 适合序列决策
- Large Language Models(LLMs): 强大的自然语言理解与生成, 可通过检索增强知识



- Graphs and Graph Learning:
 - 数据组织 --- Graphs: 实体为节点, 关系为边构建图
 - 知识提取 --- Graph Learning: GNN等模型从图中提取任务所需知识



3 Graphs for Agent



图学习支持智能体的核心功能主要体现在四个方面：

- 规划 Agent Planning (3.1)
- 执行 Agent Execution (3.2)
- 记忆 Agent Memory (3.3)
- 多代理协作 Multi-Agent Coordination (3.4)



3.1 G for A --- 规划



规划是指人工智能智能体在考虑各种可用因素后，为了实现特定的目标或任务，理解任务并制定一系列合理且有序的行动计划的过程。图的优势可体现在三方面：

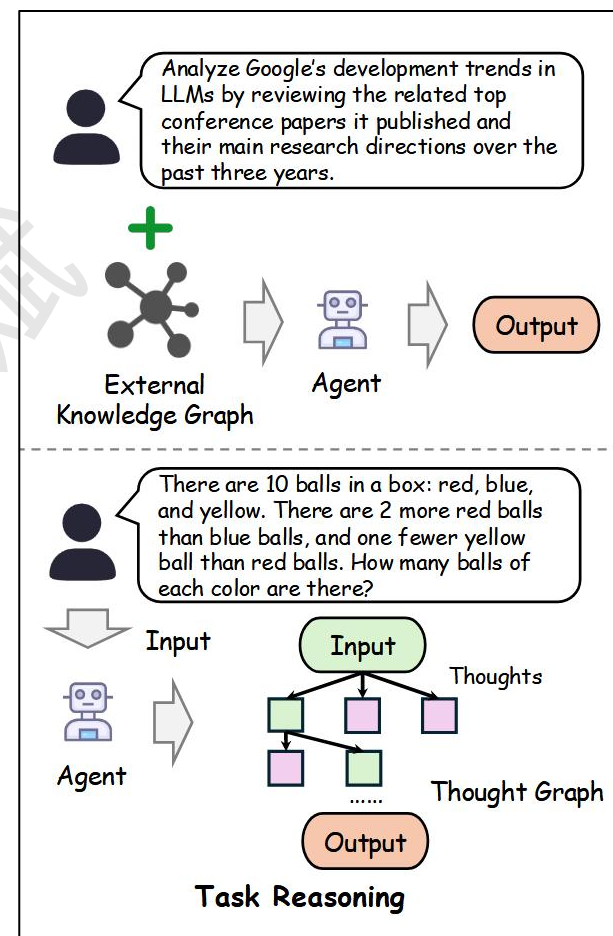
■ 任务推理 Task Reasoning:

□ 知识图谱辅助推理

【QA-GNN [18], ToG [34], KG-CoT [19], RoG [35], MindMap [36], PoG [37]】

□ 结构组织推理

【ToT [38], RATT [39], GoT [40], Graph of Thoughts [41], RwG [42]】





3.1 G for A --- 规划



规划 是指人工智能智能体在考虑各种可用因素后，为了实现特定的目标或任务，理解任务并制定一系列合理且有序的行动计划的过程。图的优势可体现在三方面：

■ 任务分解 Task Decomposition(左图)：

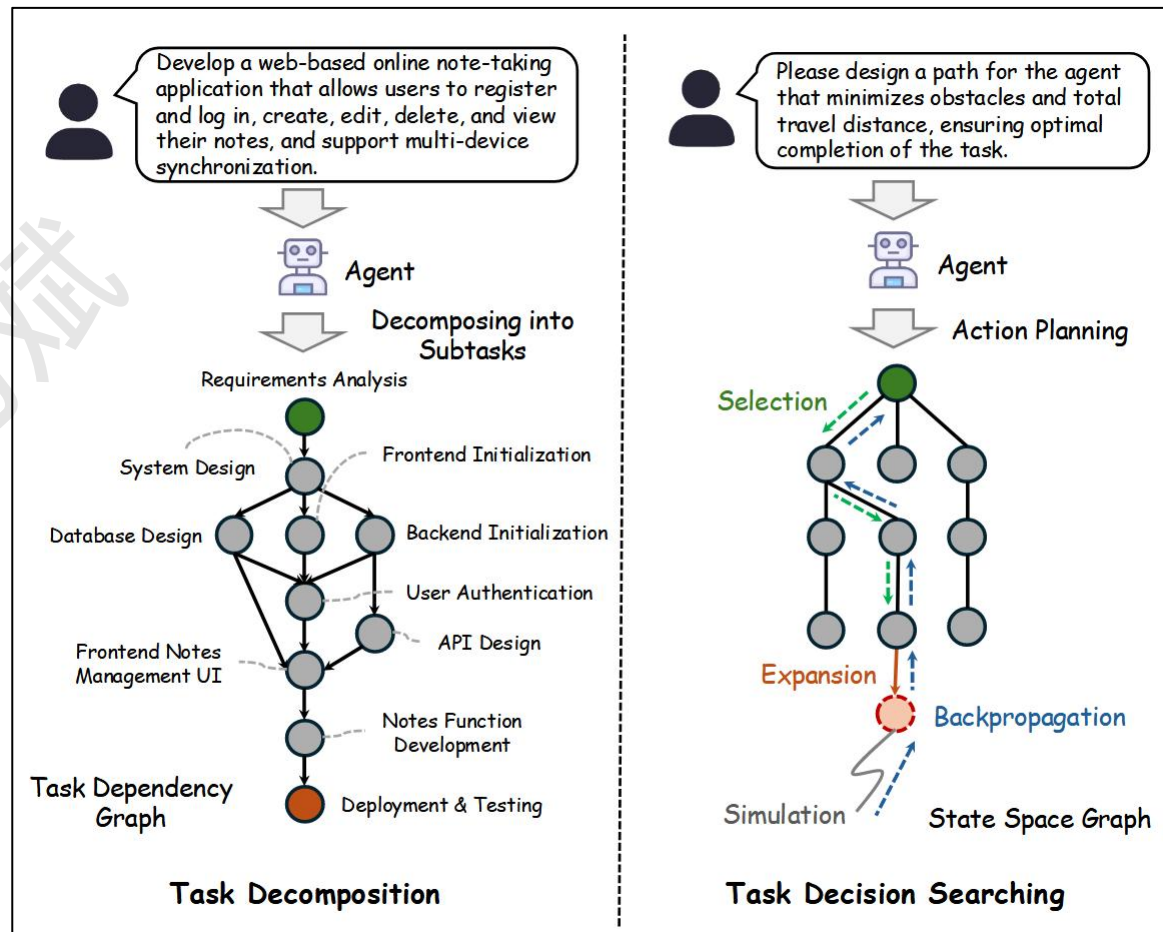
构建任务依赖图 (TDG)，多为有向无环图

【AgentKit [43], VillagerAgent [44], DynTaskMAS [45], Plan-over-Graph [46], DAG-Plan [47], LGC-MARL [48], FGRL [49], GNN4TaskPlan [50]】

■ 任务决策搜索 Task Decision Searching(右图)：

状态空间图 (SSG)，如MCTS

【MCTS [51], M-MCTS [52], MENS-DT-RL [53], PromptAgent [54], LATS [55], MCGS [56], GBOP [57], CMCGS [58]】





3.2 G for A --- 执行

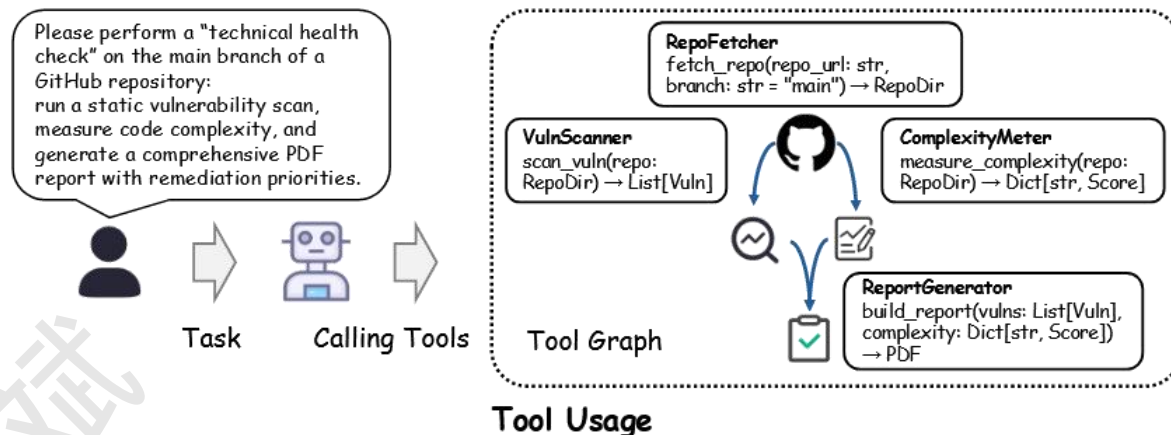


在代理规划之后，**执行** 是将制定的计划付诸行动的地方。

■ 工具使用 Tool Usage:

构建工具图，优化工具调用

【GRAPH-COT [59], GPTSwarm [16], ToolNet [17], Tool Fusion [60], ControlLLM [61]】



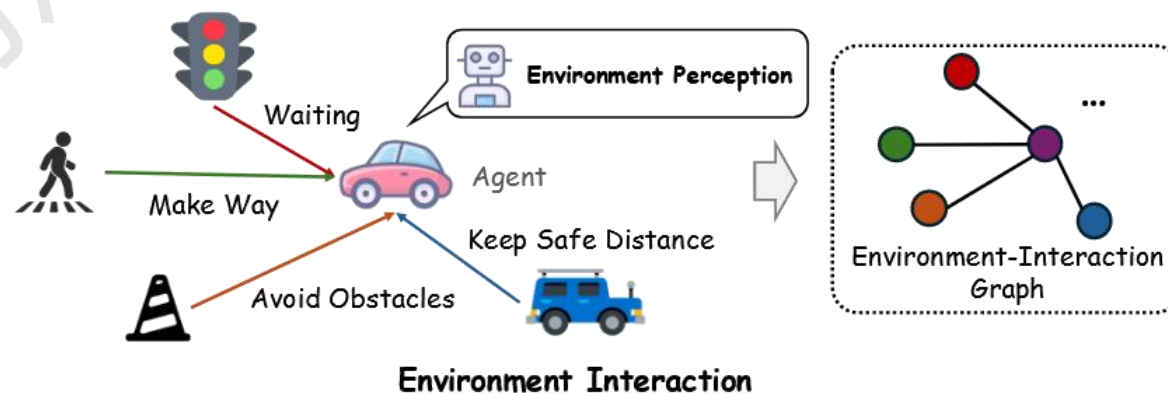
■ 环境交互 Environment Interaction:

□ 启发式关系：基于规则建模

【Rollout [62], GRLOS [63], Graph-MARL [64], LGD-AB [65], MoMa-LLM [66], PlanAgent [67], SG-RwR [68], Xplore-Agent [69]】

□ 学习型关系：通过模型动态学习

【MAGNet [70], TransfQMix [15], CAM [71], GAR-CoNav [72], STGNN [73]】



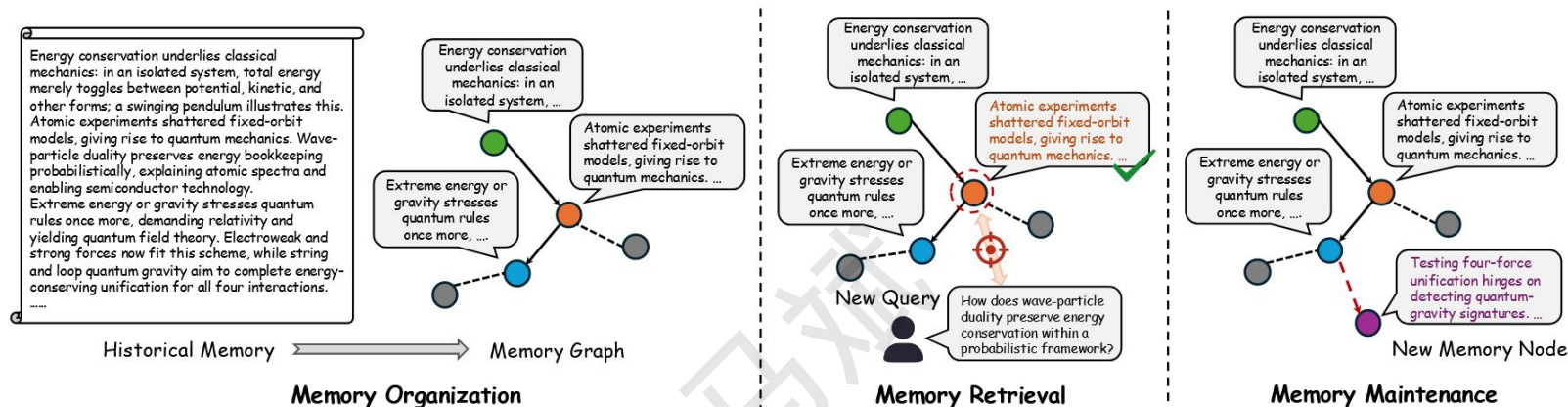


3.3 G for A --- 记忆



记忆 是一种关键能力，它允许代理存储和回忆过去的经验或相关知识。

代理逐步积累经验，从而促进更明智和适当的行动。



■ 记忆组织：知识图谱等结构化形式

【AriGraph [74], IKG [75], Graphusion [76], MemGraph [77], Mind Map [78], StructuralMemory [79], DAMCS [80], GraphRAG [81], KG-Retriever [82]】

■ 记忆检索：图基检索增强生成

【G-Retriever [83], GFM-RAG [84], SubgraphRAG [85], LightRAG [86], GRAG [87], PathRAG [88]】

■ 记忆维护：动态更新与优化

【A-MEM [89], AriGraph [74], DAMCS [80], Zep [90], HippoRAG [91], LightRAG [86], KG-Agent [92], InstructRAG [93]】



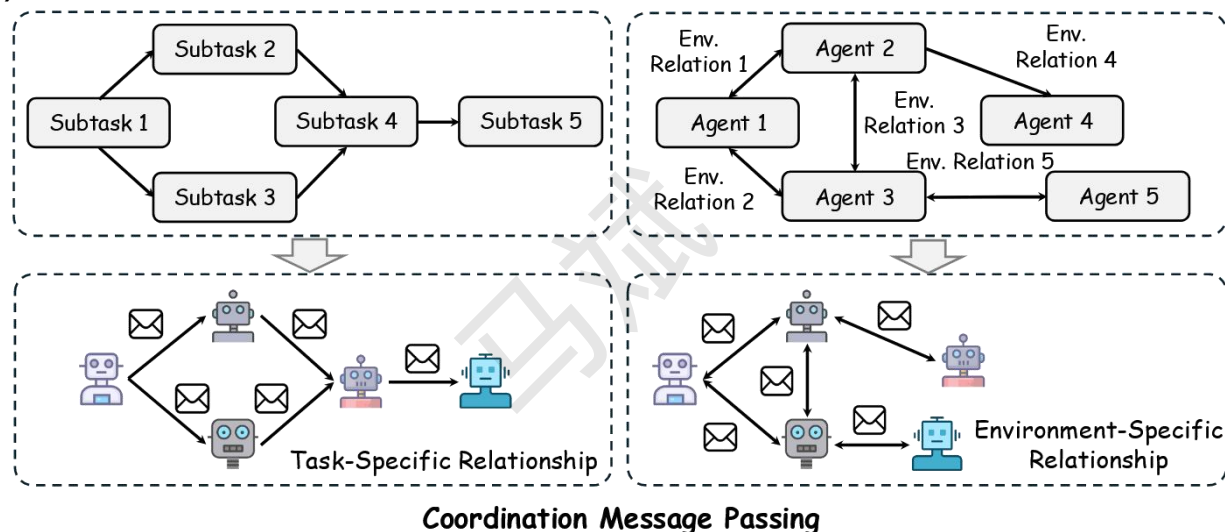
3.4 G for A --- 多代理协作



多代理 系统(MAS)是一个复杂的系统，它集成了多个 AI 代理，以实现相互集成、协作和竞争。

其目标是通过各种代理之间的交互完成单个代理难以完成的复杂任务。

其中，代理协调图(ACG)的优势体现在两方面：



■ 协作消息传递 Coordination Message Passing:

□ 任务特定关系：基于任务依赖或分配

【FLOW-GNN [94], LGC-MARL [48], DynTaskMAS [45], MAGNNET [95], RandStructure2Vec [96], MACNET [97]】

□ 环境特定关系：基于环境特征

【GRL [98], MAGNNETO [99], ExpoComm [100], GraphComm [101], MAGI [102], HEAT [103], COMAT [104]】



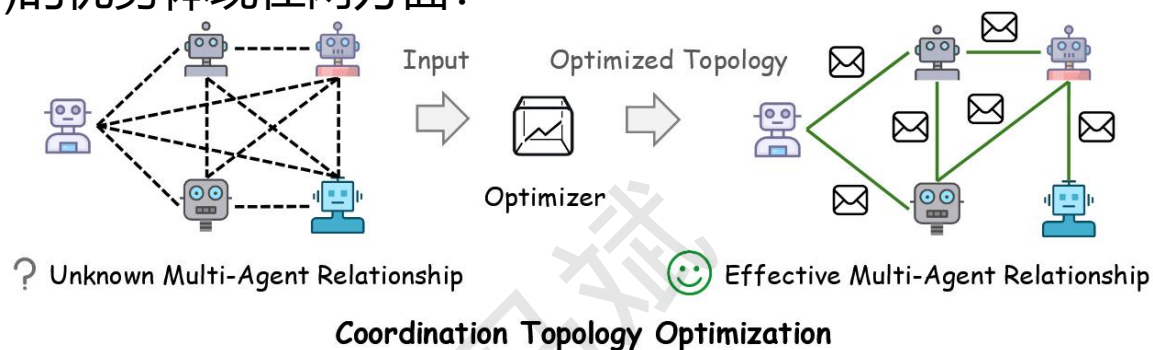
3.4 G for A --- 多代理协作



多代理 系统(MAS)是一个复杂的系统，它集成了多个 AI 代理，以实现相互集成、协作和竞争。

其目标是通过各种代理之间的交互完成单个代理难以完成的复杂任务。

其中，代理协调图(ACG)的优势体现在两方面：



■ 协作拓扑优化：

□ 边缘重要性测量 “先全图，再剪枝”

【DICG [105], DiscoGraph [106], CoPU [107], DMCG [108], G2ANet [109], MAGIC [110], MAGE-X [111], CommFormer [112], AgentPrune [113], AGP [114],】

□ 图自编码器优化 “先打分，再连接”

【G-Designer [115], GNN-VAE [116], DyLAN [117],】

□ 强化学习优化 “多次尝试，逐步优化”

【HGRL [118], GPTSwarm [16]】

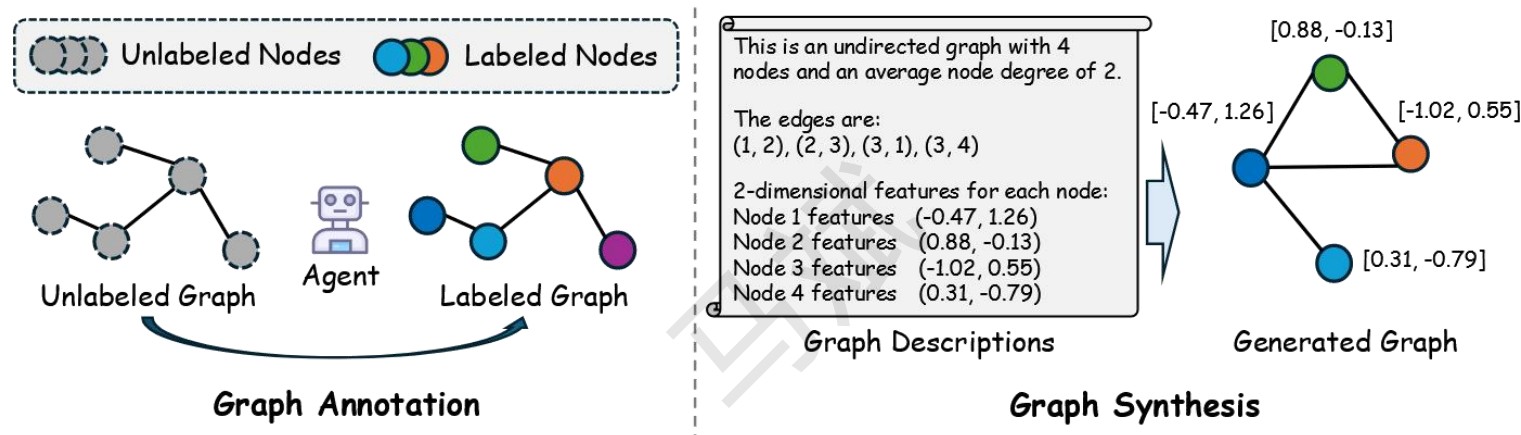


4 Agents for Graph



图技术和代理技术之间的贡献关系是双向的。AI 代理的范式同样也可以增强图学习和图相关任务的能力，为自动和有效的图形处理开辟新的途径。

这种作用主要体现在两个方面：



■ 图标注与合成：

□ 图标注 Graph Annotation: RL代理优化标注策略

【GPA [119], BIGENE [120]】

□ 图合成 Graph Synthesis: LLM代理生成特定图

【LLM4GraphGen [121], GAG [122], IGDA [123], Plan-over-Graph [46], GraphMaster [124]】

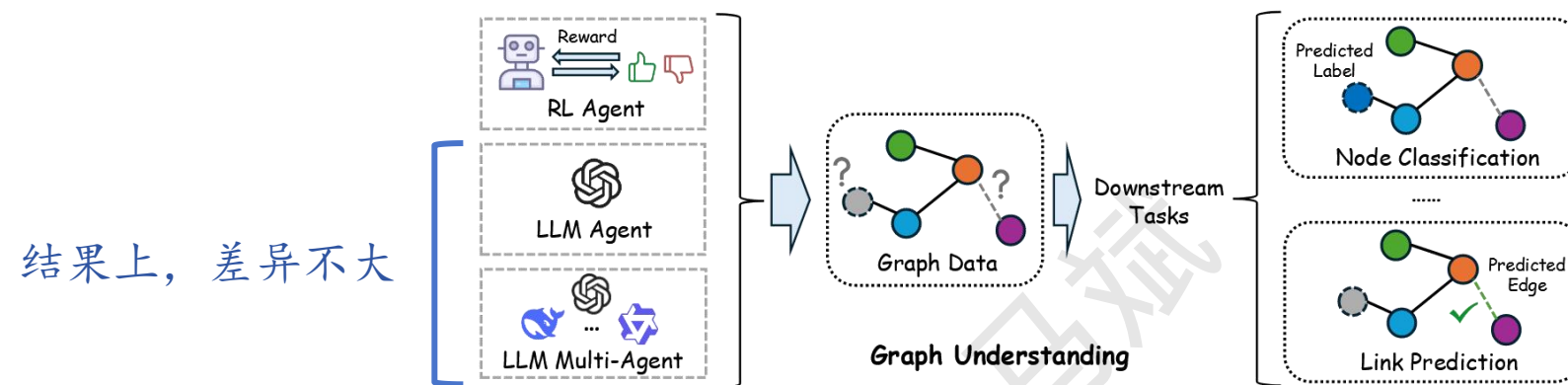


4 Agents for Graph



图技术和代理技术之间的贡献关系是双向的。AI 代理的范式同样也可以增强图学习和图相关任务的能力，为自动和有效的图形处理开辟新的途径。

这种作用主要体现在两个方面：



■ 图理解：

□ RL代理：边缘重要性测量

【Policy-GNN [125], SUGAR [126], MAG-GNN [127], AgentNet [128], GAgN [129]】

□ LLM代理：基于LLM的图建模

【GL-Agent [130], GraphGPT [131], GA [132], OFA [133], ZeroG [134], LLaGA [135], GraphInstruct [136], GraphWiz [137]】

□ LLM多代理：分工处理图任务

【GraphAgent-Reasoner [138], GraphAgent [139], GraphTeam [140]】



5 应用领域



图学习技术与代理结合已在多个领域领域显示出巨大的潜力。



Scientific Computing

- 科学计算：自动化科学发现、生物信息学分析
【SciAgents [173]、Thought Graph [174]、LLaMo [175]】



Embodied AI

- 具身AI：环境感知与交互
【SayPlan [178]、SG-Nav [179]、Scene-MMKG [182]】



Game AI

- 游戏AI：策略交互与轨迹预测
【GATA [188]】



Agentic Information Retrieval

- 智能信息检索：结构化检索与推理
【Think-on-Graph [34]、Graph Chain-of-Thought [59]】



Industrial and Automation Systems

- 工业与自动化系统：仓储管理、制造调度
【Industry 4.0 [194]】

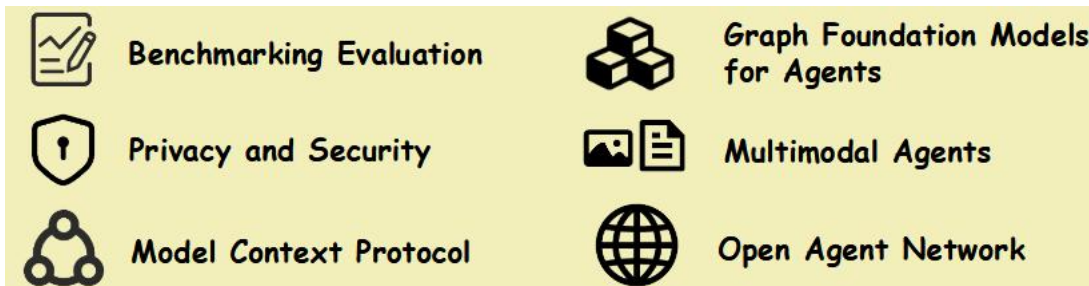


Human Society

- 人类社会：社交行为模拟与分析



⑥ 挑战与未来机遇



- 图中心基准测试(Graph-related agent benchmark): 统一评估标准的缺乏, 需开发图中心基准
- 图基础模型 Graph Foundation Models (GFMs):
针对代理功能的基础算子; 开发代理的GFM可以从有效性、可解释性和可扩展性的角度进行设计
- 隐私与安全: 保护数据隐私, 防御对抗攻击
- 多模态代理: 图技术整合多模态数据, 演变成能够理解和整合文本、视觉和语音等信息流的统一实体
- 模型上下文协议 (MCP) :
为 LLM 代理提供统一、结构化和安全的方式与外界交换数据。增强数据集成与个性化推荐
- 开放代理网络 (OAN) : 优化OAN网络有效性与OAN风险控制



谢谢！

2025年7月21日

马斌

