



# 知识图谱、向量检索、图挖掘创新实践介绍



杭州电子科技大学  
HANGZHOU DIANZI UNIVERSITY



知识图谱与类脑智能实验室

<http://kglab.hdu.edu.cn>

# 1. 导师组-基本介绍



徐小良 · 教授



王宇翔 · 副教授



耿玉霞 · 特聘副教授

实验室现有**硕士生**：40余名

实验室现有**博士生**：3名

指导**卓越学院本科生**：20余名

承担**国家级/省部级/军工预研**等科研项目：20 余项

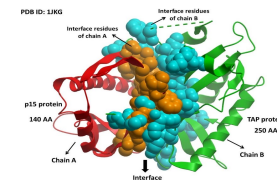
发表**CCF A/B** 类会议/期刊等论文：60 余篇



围绕团队核心研究方向申请**发明专利**：40 余件

获得**省科技进步三等奖**：1项

信息检索与推荐  
多模态学习检索 领域大模型  
图数据挖掘 知识图谱 深度学习  
专家检索 向量检索 小样本学习  
社区搜索 图神经网络 大数据处理  
异构网络嵌入 自然语言处理



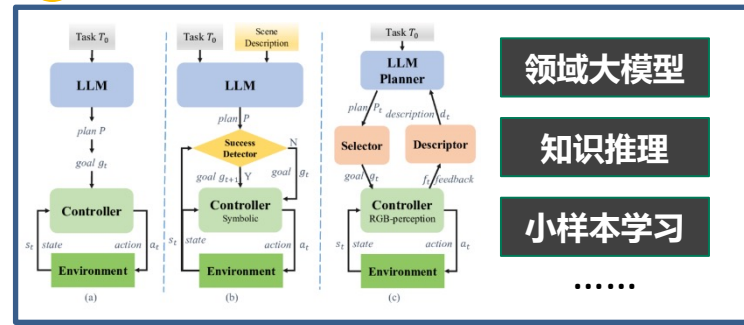
之江实验室 ZHEJIANG LAB



# 1. 导师组-研究方向

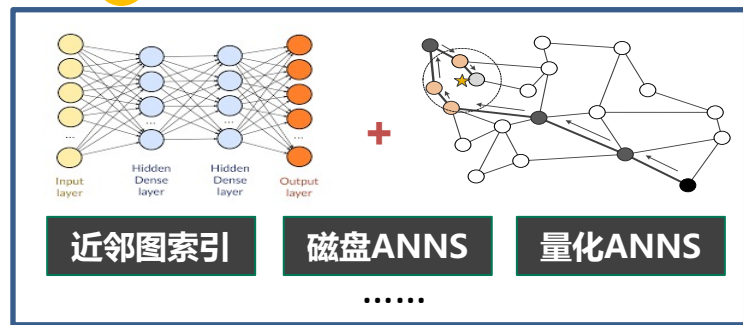


## 1 大模型/知识图谱 LLM / KG



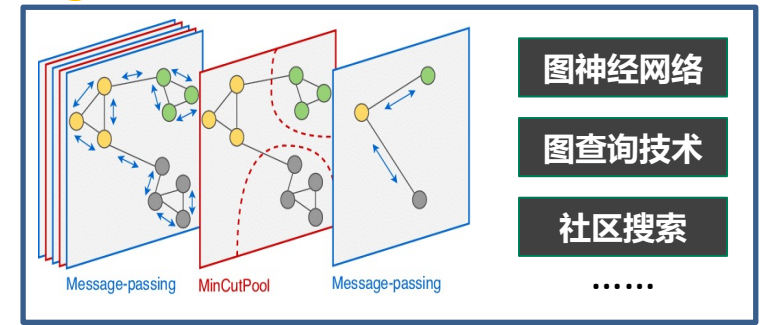
↑ 知识 Knowledge

## 2 向量检索 Vector search

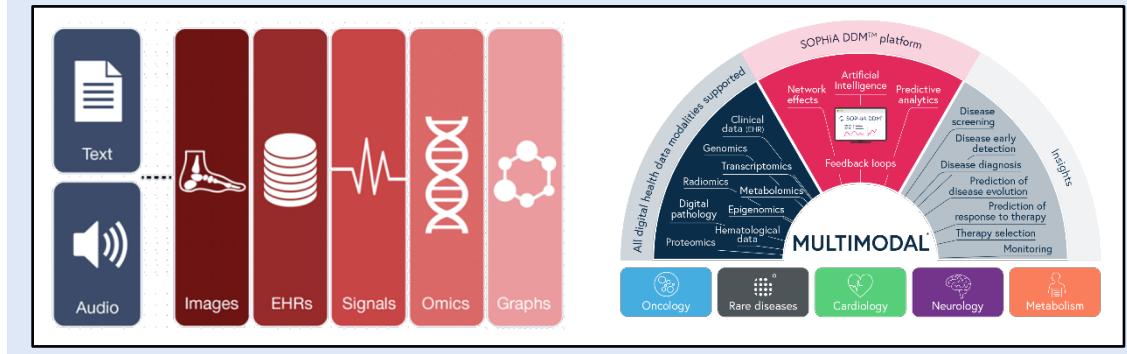


↑ 语义 Semantics

## 3 图学习与挖掘 Neural Graph Mining



↑ 结构 Structure



多模态数据处理 Multimodal Data Processing



图数据组织与管理 Graph Data Management

# 2.1 创新实践内容-知识图谱+大模型-耿玉霞

## 内容1·大二上

### 基于大语言模型的知识图谱构建技术

#### 关系抽取

给定一段话，你需要抽取与[人物,地点]中实体相关的[工作在,位置在]中的关系。

输入：这将是黛布拉斯的最后一部电影。她是来自新泽西的一名伟大的女性制片人。

输出：[黛布拉斯:人物,工作在,新泽西:地点]

实体识别 关系抽取

属性抽取 事件抽取

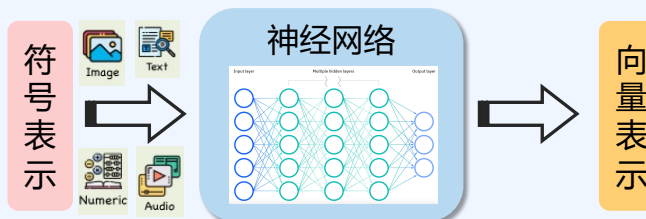
图谱构建是NLP技术实践的主要阵地之一

### 学习计划

1. 学习自然语言处理和知识图谱构建相关的基础知识；
2. 学习预训练大语言模型相关的基础知识；
3. 基于预训练语言模型展开实体识别、关系抽取等任务的应用实践；
4. 完成创新实践1报告

## 内容2·大二下

### 基于知识图谱表示学习模型和预训练大模型的知识图谱推理技术



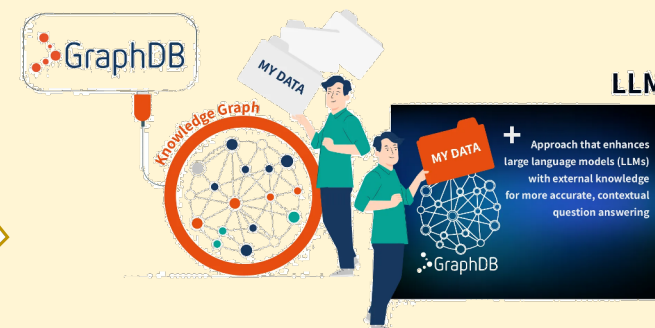
多模态数据 → 多模态大模型

### 学习计划

1. 学习知识图谱向量化表示和推理应用的基本知识；
2. 面向结构化数据（关系三元组）基于知识图谱表示学习模型开展应用实践；
3. 面向非结构化数据（文本、图像等）基于预训练大模型开展应用实践；
4. 完成创新实践2报告

## 内容3·大三上

### 知识图谱增强的大规模预训练模型



### 学习计划

1. 了解大规模预训练模型的瓶颈问题；
2. 通过知识图谱增强的语言大模型，了解大模型相关的检索增强生成RAG、智能体Agent等技术；
3. 通过知识图谱增强的视觉-语言大模型，了解基于提示和适配器的大模型高效微调等技术；
4. 完成创新实践3报告

## 内容·大三下



1. 分组展开调研，确定具体的创新实践题目和形式；
2. 定期进行文献查阅和讨论交流；
3. 参与论文撰写、发明专利申请、学科竞赛或具体应用开发；
4. 完成创新综合实践报告

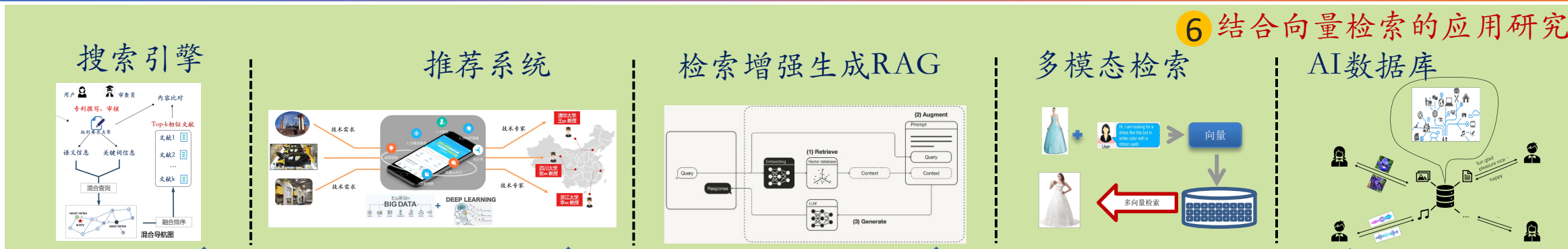
## 题目参考



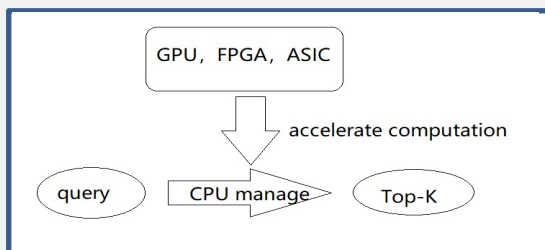
1. 基于大模型高效微调的生成式事件抽取算法研究；
2. 融合结构和文本特征的知识图谱表示学习技术研究；
3. 知识图谱检索增强生成KG-RAG应用实践；
4. 知识图谱增强的智能体KG-Agent应用实践；
5. 知识图谱感知的视觉-语言大模型高效微调技术研究

# 2.2 创新实践内容-向量检索-徐小良

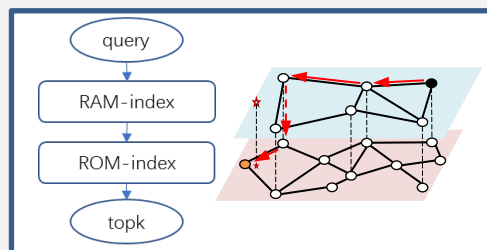
## 6 结合向量检索的应用研究



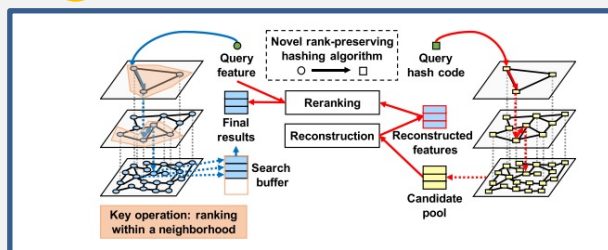
## 2 异构硬件加速



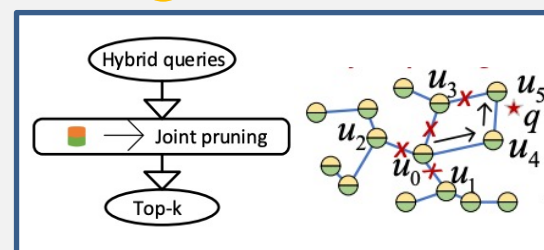
## 3 异构存储计算



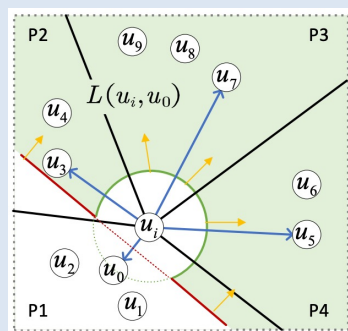
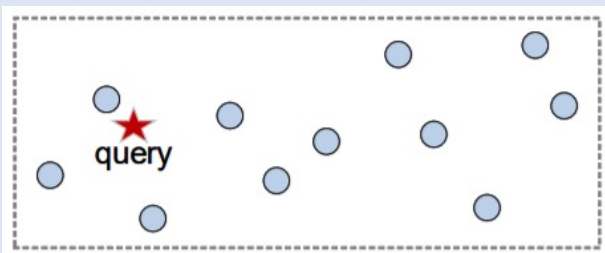
## 4 AI学习优化



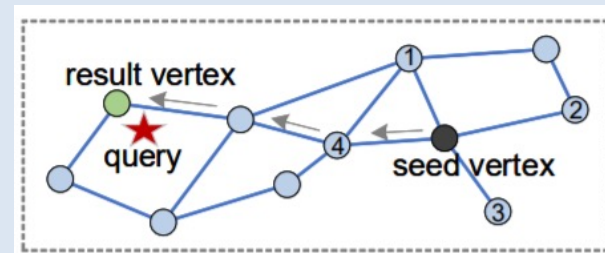
## 5 复杂查询研究



原始  
向量



基于分布多样性的选边策略



路由策略

导航图  
索引

底层关键核心技术

## 1 新型近邻图索引和检索算法理论

## 2.2 创新实践内容-向量检索-徐小良

### 内容1·大二上

#### 向量检索基础知识

##### 学习计划

1. 学习基于树、哈希、量化和近邻图的四种基本索引和搜索算法原理；
2. 基于近邻图的向量索引构建和搜索技术基本应用实践；
3. 完成创新实践1报告

### 内容2·大二下

#### 近邻图向量检索

##### 学习计划

1. 学习理解若干典型近邻图向量检索算法的优缺点；
2. 分组确定细分学习和研究内容，如近邻图向量检索算法优化、向量检索加速、跨模态向量检索、向量索引学习等，根据要求查阅相关文献和技术；
3. 开展相关文献算法复现、汇报讨论、相关学科竞赛策划；
4. 完成创新实践2报告

### 内容3·大三上

#### 学习计划

1. 继续开展近邻图向量检索细分方向的学习、文献查阅和讨论交流；
2. 确定具体的创新实践题目和形式；
3. 参与算法创新研究和实验验证、学科竞赛或者具体应用实践；
4. 完成创新实践3报告

### 内容4·大三下

#### 学习计划

1. 针对向量检索具体题目开展创新综合实践，包括参与论文撰写或发明专利申请、学科竞赛、具体应用实践开发等形式；
2. 完成创新综合实践报告。

#### 题目参考

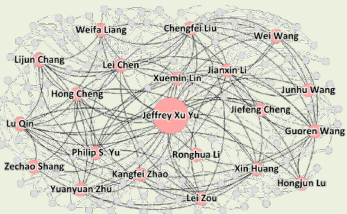


1. 基于自适应选边的近邻图向量检索算法优化；
2. 基于GPU的近邻图向量检索加速技术；
3. 高性能跨模态向量检索方法研究及应用；
4. 基于图神经网络的近邻图向量索引学习；
5. 文档检索增强生成RAG应用实践

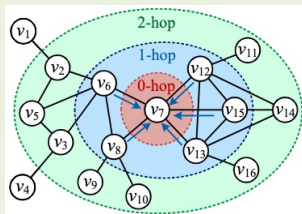
# 2.3 创新实践内容-社区搜索-王宇翔

## 内容1·大二上

### 图学习&社区搜索基础



社区



社区搜索

### 学习计划

1. 学习基本图算法与图神经网络的核心算法与基本原理，构建知识体系；
2. 基于k-core、k-truss基础社区算法的实践，以及基于图神经网络的可学习社区搜索算法实践；
3. 完成创新实践1报告

## 内容2·大二下

### 多样化社区搜索算法及应用

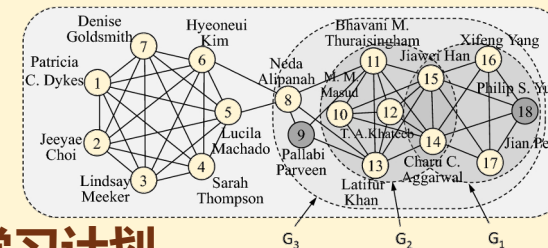
#### 学习计划

1. 调研社区搜索领域的最新研究成果，分析各算法优缺点；
2. 分组确定细分学习和研究内容，包括围绕不同图结构的多样化社区搜索算法研究（如异构图、属性图、时序、不确定图上的社区搜索等），以及基于社区搜索实现面向推荐、搜索等各类应用的系统化设计与实现（如基于用户社区的精准推荐、基于社区搜索的欺诈检测等）；
3. 根据要求进行论文复现、汇报讨论、相关学科竞赛策划；
4. 完成创新实践2报告



## 内容3·大三上

### 知识图谱增强的大规模预训练模型



#### 学习计划

1. 持续开展社区搜索细分方向的学习、文献调研和讨论交流；
2. 明确每组同学的创新实践选题与实施方案、技术路线等，既包括偏重算法设计的研究性选题，也包括偏重应用落地的实践性选题；
3. 基于讨论形成的技术路线，开展算法研究、设计、实现，与验证，并参与学科竞赛；
4. 完成创新实践3报告

## 内容4·大三下



1. 针对每个组的创新实践选题开展创新综合实践，包括论文的撰写或发明专利的申请，参与学科竞赛，面向应用场景的实践开发等形式；
2. 完成创新综合实践报告

## 题目参考



1. 基于分层图注意力的欺诈用户检测系统实现；
2. 基于社区搜索与向量检索技术的精准政策查询与推送系统实现；
3. 面向异构信息网络的推荐任务优化；
4. 基于图扩散模型的图生成技术研究；
5. 面向领域知识的检索增强实践

### 3. 培养方式

- 分组进行个性化创新学习+实践
- 基于相关知识学习开展研究探索和应用开发实践
- 参与学科竞赛
- 参与学术论文撰写和发明专利申请等

## 4. 培养绩效

### ■ 学术研究方面

- 指导本科生**授权国家发明专利**2项（2023年）
- 指导本科生投稿**学术论文**2篇（审稿中）

### ■ 指导竞赛

- 指导本科生：立项**省级新苗人才计划**1项（2022年度）
- 指导本科生：立项**大学生创新创业项目**1项（2022年、2023年）
- 指导本科生：**国家级、省级服务外包竞赛·二等奖**（2023年）

### ■ 升学（读研读博）

- 卓越2020级：**5人全部保研**（其中**2人浙大直博**，**1人浙大硕士**，**1人复旦硕士**，**1人杭电硕士**）
- 卓越2021级：**2人专业排名前3**（保研资格靠前，意向本校硕士）

### ■ 卓越学院导师

- 卓越学院专业导师：2017级\*2人（1人获各类ACM程序竞赛金奖多项）
- 卓越学院专业导师：2020级\*5人（指导**2人授权发明专利**，**2人新苗立项**，**2人获服务外包国赛三等奖**）
- 卓越学院专业导师：2021级\*4人（**2人大创立项**，**2人申请发明专利**，**2人学术论文投稿**）
- 卓越学院2021年度“**优秀专业导师**”

## 5. 实验室科研项目和研究成果-论文成果

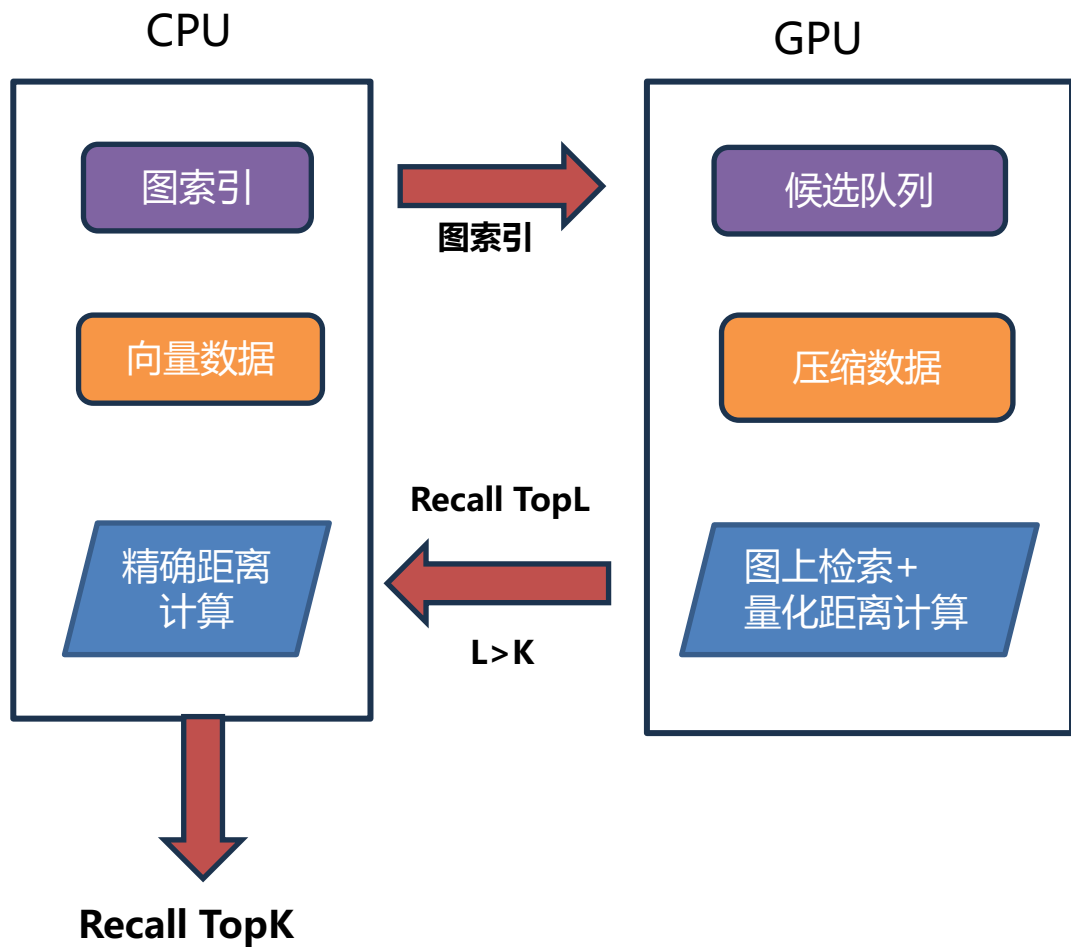
- *Scalable Community Search over Large-scale Graphs based on Graph Transformer.* **SIGIR 2024. (CCF A)**
- *Scalable Community Search with Accuracy Guarantee on Attributed Graphs, International Conference on Data Engineering, (ICDE), 2024.* **ICDE 2024. (CCF A)**
- *Routing-Guided Learned Product Quantization for Graph-Based Approximate Nearest Neighbor Search, (ICDE), 2024.* **ICDE 2024. (CCF A)**
- *Scalable Community Search with Accuracy Guarantee on Attributed Graphs, (ICDE), 2024.* **ICDE 2024. (CCF A)**
- *Starling: An I/O-Efficient Disk-Resident Graph Index Framework for High-Dimensional Vector Similarity Search on Data Segment, SIGMOD 2024.* **(CCF A)**
- *MUST: An Effective and Scalable Framework for Multimodal Search of Target Modality.* **ICDE 2024. (CCF A)**
- *An Efficient and Robust Framework for Approximate Nearest Neighbor Search with Attribute Constraint.* **NeurIPS 2023. (CCF A)**
- *Relational Message Passing for Fully Inductive Knowledge Graph Completion.* **ICDE 2023. (CCF A)**
- *Disentangled Ontology Embedding for Zero-shot Learning.* **KDD 2022. (CCF A)**
- *Academic Expert Finding via (K,P)-Core based Embedding over Heterogeneous Graphs.* **ICDE 2022. (CCF A)**
- *Aggregate Queries on Knowledge Graphs: Fast Approximation with Semantic-aware Sampling.* **ICDE 2022. (CCF A)**
- *OntoZSL: Ontology-enhanced Zero-shot Learning.* **WWW 2021. (CCF A)**
- *A Comprehensive Survey and Experimental Comparison of Graph-Based Approximate Nearest Neighbor Search.* **VLDB 2021. (CCF A)**
- *Semantic Guided and Response Times Bounded Top-k Similarity Search over Knowledge Graphs.* **ICDE 2020. (CCF A)**
- *Human-centric Transfer Learning Explanation via Knowledge Graph.* **AAAI 2019. (CCF A)**
- *AsdKB: A Chinese Knowledge Base for the Early Screening and Diagnosis of Autism Spectrum Disorder.* **ISWC 2023. (CCF B)**
- *Efficient and Effective Academic Expert Finding on Heterogeneous Graphs through (k,P)-Core based Embedding.* **ACM TKDD 2023. (CCF B)**
- *Efficient and Effective (k,P)-Core-Based Community Search over Attributed Heterogeneous Information Networks.* **Information Sciences 2023. (中科院1区Top, CCF B)**
- *Jointly Modeling Intra- and Inter-session Dependencies with Graph Neural Networks for Session-based Recommendations.* **IPM 2022. (中科院1区Top, CCF B)**
- *Top-k Star Queries on Knowledge Graphs Through Semantic-aware Bounding Match Scores.* **Knowledge-Based Systems 2021. (中科院1区Top)**
- *Two-Stage Routing with Optimized Guided Search and Greedy Algorithm on Proximity Graph.* **Knowledge-Based Systems 2021. (中科院1区Top)**
- *Event Temporal Relation Extraction with Attention Mechanism and Graph Neural Network.* **Tsinghua Science and Technology 2022. (中科院1区)**
- *Visual pattern recognition using enhanced visual features and PSD-based learning rule.* **IEEE TCDS 2017. (中科院2区)**

## 5. 研究成果-科研项目

- 之江实验室科研项目 “未来实验室数字化管理和科研辅助工具平台”
- 华为科研合作项目 “混合索引和支持属性约束的向量检索算法技术合作”
- 浙江省重点研发计划项目 “未来实验室数字化建设关键技术研究及应用示范”
- 浙江省重点研发计划项目 “浙江省科技特派员服务云平台建设关键技术与示范”
- 浙江省重点研发计划项目 “重大活动公共安全智能防控平台开发及应用示范”
- 浙江省重点研发计划项目 “区块链关键技术与技术交易应用”
- 浙江省重点研发计划项目 “促进成果转化的科技大数据服务平台开发及应用”
- 国家社会科学基金重大项目 “基于大数据的科教评价信息云平台构建和智能服务研究”
- 国家自然科学基金面上项目 “语义驱动的知识图谱近似图查询关键技术研究”
- 国家自然科学基金青年项目 “面向大数据近似查询应用的在线聚集融合机制与优化研究”
- 武器装备预先研究项目，负责 “面向\*\*\*趋势预测”
- 浙江省属高校基础科研业务费项目重点培育专项 “复杂异构网络社区查询关键技术研究”
- 浙江省科技计划公益项目 “RDF知识图谱分布式语义近似查询关键技术研究”
- 浙江省公共科技条件平台建设项目 “科技创新云服务平台”
- 产学研合作项目 “行业领域知识图谱关键技术研究及应用”

# 6. 向量检索 Vector Search

## 2 异构硬件加速向量检索



GPU加速向量计算，提升近邻图索引构建和检索效率。

- 在GPU中利用图索引和量化距离计算返回Top L
- CPU中精准距离计算返回Top K

上亿规模高维向量ANNS加速



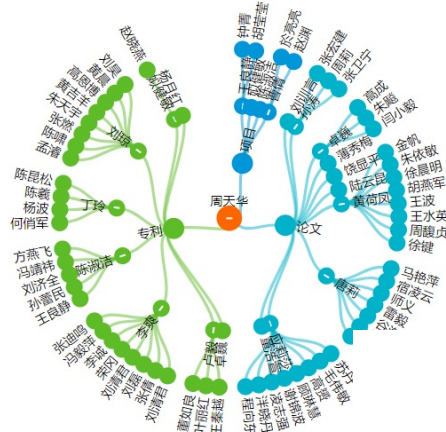
# 7. 研究应用情况 — 科技领域知识图谱

科研人才知识图谱  
多维度可视化专家画像

人才1000万+, 专利3000万+, 论文2000万+, 项目100万+

自我网络

- 全选
- 项目
- 论文
- 专利



研究领域云词

斑马鱼模型 RNA干扰 mNudCL 小分子抑制剂 胃肿瘤/病理学 细胞周期 肝转移 血管新生 光漂白 CXCR4遗传学 PLK1 PLK4 NUDC BAMB1 胶原 I 型/遗传学



周天华

浙江大学 | 博士生导师, 教授

个人简介

周天华 博士 浙江大学求是特聘教授、博士生导师 医学院细胞生物学系主任 加拿大多伦多大学分子遗传学系兼任教授 (status only) “国家杰出青年基金”获得者 国家“万人计划”科技创新领军人才 科技部“中青年科技创新领军人才” 教育部“新世纪优秀人才计划”获得者 浙江省“钱江人才计划”获得者 医学细胞生物学主讲教师



自我网络

直观展示人才的科研合作网络



能力画像

多维度刻画人才的科研能力



领域云图

全方位展示人才领域分布

全部 专利 论文 项目

EphrinA1蛋白在制备用于抑制肿瘤细胞侵袭、转移的药物中的应用

周天华 卓巍 李爽 刘易曼 | 浙江大学 | 2019-03-12

本发明公开了EphrinA1在肿瘤发生发展、转移、治疗和患者生存预后中的应用。本发明公开了EphrinA1参与肿瘤的生长、侵袭和转移过程,EphrinA1在胃癌组织中的高表达导致胃癌病人预后不良,靶向敲低或敲除EphrinA1的表达能够显著抑制胃癌细胞的侵袭能力和小鼠体内的转移能力。本发明利用靶向EphrinA1的抗体阻断EphrinA1的功能,能有效抑制胃癌细胞的侵袭能力。本发明发现EphrinA1在肿瘤治疗中具有重要的应用价值,可以作为抗肿瘤药物的靶点。

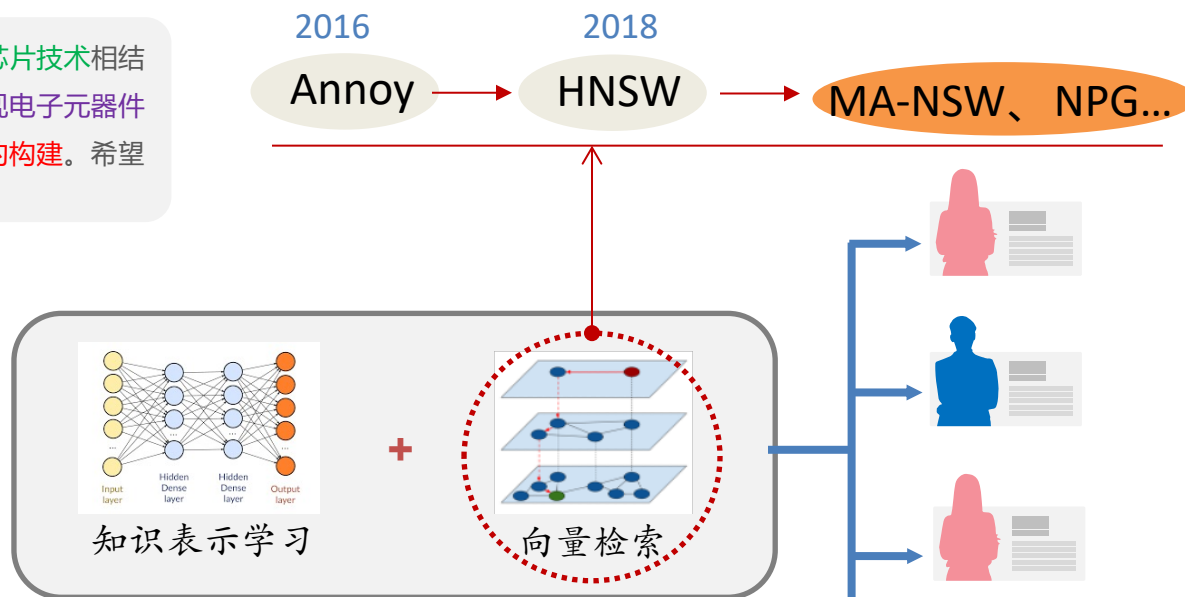
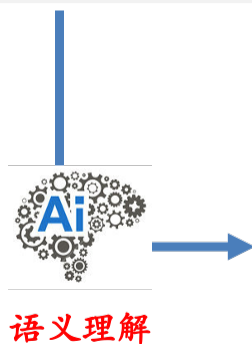
一种用于肿瘤治疗的多聚核苷酸及其应用

周天华 卓巍 刘易曼 | 浙江大学 | 2019-03-19

# 7. 研究应用情况 — 科技大数据服务平台

## 技术供需智能匹配

研究一种基于细胞打印技术和多传感器芯片技术相结合的细胞芯片技术。期望使用微电子技术实现电子元器件的加工，并使用细胞打印技术实现细胞芯片的构建。希望将该细胞芯片技术用于药物筛选等领域。



从技术需求到科技成果的匹配  
从技术需求到技术专家的匹配

省重点研发计划项目  
之江实验室科研项目

CCF A ICDE 2022 发表  
CCF B TKDD 2023 发表



An Academic Expert Finding via (K,P)-Core based Embedding over Heterogeneous Graphs. **ICDE 2022.**

Efficient and Effective Academic Expert Finding on Heterogeneous Graphs through (k,P)-Core based Embedding. **TKDD 2023.**

# 7. 研究应用情况 — 专利领域检索增强LLM

## 从创新到专利，AI助力轻松生成

### 专利生成

**论文**  
上传论文快速生成专利  
[立即使用](#)

**交底稿**  
上传交底稿快速生成专利  
[立即使用](#)

**特征图谱**  
在线绘制专利特征图谱  
[立即使用](#)

省重点研发计划项目  
之江实验室科研项目

- ### 专利领域检索增强大模型
- 专利特征图谱抽取
  - 专利案卷生成
  - 新型技术搜索引擎（特征图谱+图学习+向量检索）

### 专利生成平台

一种奶牛智能推料机器人及其推料方法 最近编辑：2023-06-12 15:19:17 test1

专利案卷生成 | 技术特征图谱

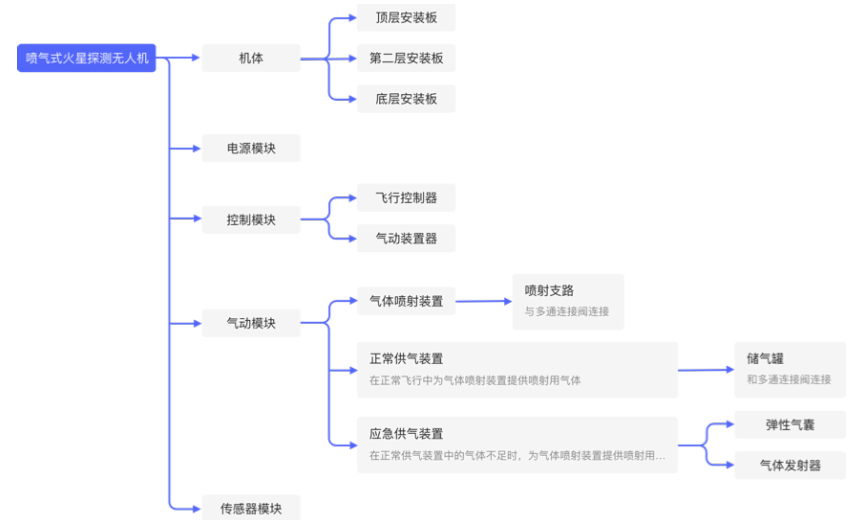
**摘要** [编辑](#)

本专利涉及一种奶牛智能推料机器人，通过构建奶牛、饲料和牛栏参照物识别与分割的 YOLACT 模型，融合掩膜、深度图与 ORB-SLAM3 定位信息，实现觅食奶牛的快速定位与机器人导航信息的提取；基于信息融合提出智能推料算法，根据觅食奶牛的定位信息、投料时间信息、机器人的导航信息，自动选择工作模式，控制机器人沿着预定的轨迹，实现推料、集料送料、清料等多模式推料功能，满足奶牛个性化自由采食需求，提升饲料利用率。该机器人具有高精度、高识别率、高准确率和高运行速率等优点，适用于复杂环境下的奶牛智能推料。

**权利要求书** [编辑](#)

独立权利要求点：  
1. 一种奶牛智能推料机器人及其推料方法，包括视觉系统、移动底盘、推板机构、无线通信系统和控制系统，其特征在于：  
a. 视觉系统由双目相机和网络摄像头构成，双目相机安装在机器人正前方，实时采集机器人前方的饲喂图像，网络摄像头用于

[导出案卷](#)



# 7. 研究应用情况 — 多模态检索

Image Search Demo

**Config** CLEAR ALL

IMAGE SET

17125 images in this set 0/0

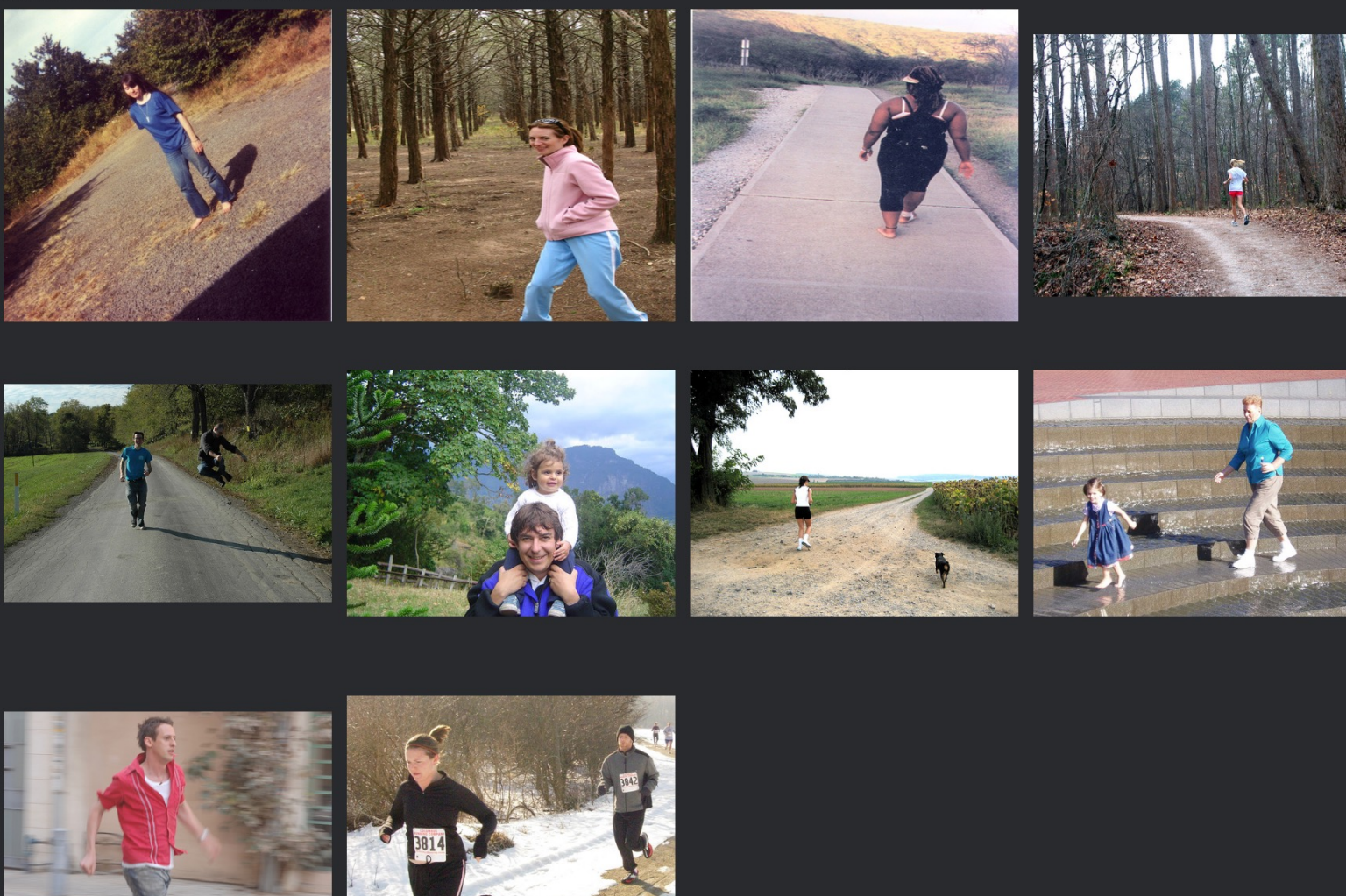
+

TOP K(1-100)

show top 5 results

ORIGINAL IMAGE

**Search Results**  
hover on the image to see distance(smaller value represents higher similarity); click to see the full image




The search results display a grid of 15 images. The first image is a person in a blue shirt and jeans on a hillside. The second is a person in a pink jacket and blue pants in a forest. The third is a person in a black tank top and shorts on a paved path. The fourth is a person in a white shirt and red shorts on a dirt path in a forest. The fifth is a person in a blue shirt and jeans on a dirt road. The sixth is a person in a blue jacket carrying a child on their shoulders. The seventh is a person in a white shirt and black shorts on a dirt path with a dog. The eighth is a person in a blue jacket and a child on stairs. The ninth is a person in a red jacket running. The tenth is a person in a black jacket running in a snowy area. The eleventh is a person in a grey jacket running in a snowy area.

# 7. 研究应用情况 — 知识图谱查询与社区搜索

### Query Examples

- How many astronaut from Russia
- How many films in Danish
- How many politicians in Method...
- How many soccerclubs in Spain
- How many software has been dev...
- How many books written by Dani...
- How many companies in Munich
- How many companies in the adve...
- How many films produced by Hal...
- What's the average 0-100 accel...
- What's the average height of b...
- What's the average height of s...
- What's the average oil consump...

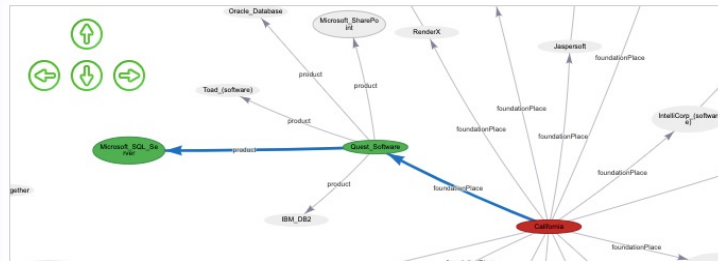
How many **software** has been developed by organizations founded in **California**



Round	Approximate Result	MoE $\epsilon$	Relative Error	Confidence Level	Runtime (ms)
1	51.00	19.60	10.87%	95%	135
2	47.00	3.92	2.17%	95%	90
3	47.00	3.92	2.17%	95%	110
4	46.00	1.37	0.75%	95%	167

Round 1:	Round 2:	Round 3:	Round 4:	Sample Name	Visiting Probability	Semantic Similarity
8 samples	9 samples	7 samples	22 samples	Microsoft_...	0.00337464	0.97
Borland_C++	SmartSVN	Microsoft_Share...	C++Builder			
Eudora_(email_c...	Turbo_C++	Schoonschip	NeXTSTEP			
StarTeam	Webcam_Social...	Microsoft_SQL_...	OpenStep			
Borland_Together	Quattro_Pro	JBuilder	Movable_Type			

A random sample of California .



MainWindow
— □ ×

输入页 详情页

QueryOpts  
Database / Mc cora Node Quer

Query Node 2068


Reset InPut Display

模型信息  
Simple\_QD(  
(qnn1): Query\_Encoder (2708 -> 1433)  
(qnn2): Query\_Encoder (2708 -> 1433)  
(qnn3): Query\_Encoder (2708 -> 1433)

查询信息

- Over80%
- Over70%
- Over60%
- Over50%
- under50%

节点概率分布

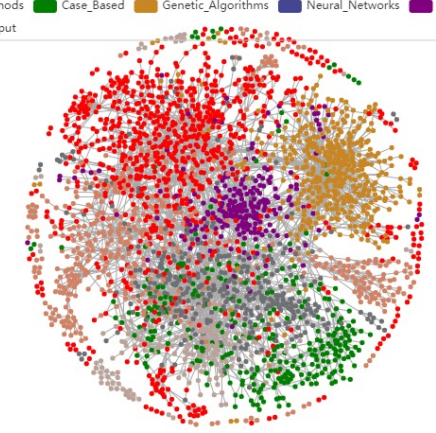


日志

```
2023-07-04 17:29:00 Searching is going on. Please wait
Loading! The Simple_QD is being loaded
Computing! The cora query community is being searched
Computation Finished! Generating the cora query community graph
Analysing! The cora query result is being analysed
2023-07-04 17:29:12 The search results of cora graph have been successfully displayed!
```

展示图

- Probabilistic\_Methods
- Case\_Based
- Genetic\_Algorithms
- Neural\_Networks
- Reinforcement\_Learning
- Rule\_Learning
- Theory
- output





# 知识图谱、向量检索、图挖掘创新实践介绍

## —— 徐小良、王宇翔、耿玉霞



杭州电子科技大学  
HANGZHOU DIANZI UNIVERSITY



知识图谱与类脑智能实验室

<http://kglab.hdu.edu.cn>