

网络科学

课外作业与课程项目

2024 版

罗铁坚

中国科学院大学

2024 年 3 月 29 日

目录

1	成绩评定标准和作业项目提交形式	3
1.1	最终成绩计算方式	3
1.2	作业和项目提交形式	3
1.3	注意事项	3
2	个人课外作业	4
2.1	作业 1: 网络科学 10 个关键概念百科词条	4
2.1.1	目标	4
2.1.2	任务	4
2.1.3	评价标准	4
2.1.4	建议	5
2.2	作业 2: 学习图神经网络	5
2.2.1	背景知识	5
2.2.2	相关资料	6
2.2.3	任务要求	6
2.3	作业 3: AI 生成艺术作品	7
2.3.1	背景知识	7
2.3.2	相关资料	7
2.3.3	任务要求	8
2.4	重现实验: 基于场景图的图片生成	8
2.4.1	实验简介	8
2.4.2	实验意义	8
2.4.3	参考资料	8
2.4.4	实验要求、实验过程和问题处理	9
3	小组课程项目: 用网络科学探索复杂系统的奥秘	11
3.1	项目概述	11
3.2	任务目标及选题类型	11
3.3	项目提交物和时间安排	12
3.4	项目要求及评价	12
3.5	项目指导、问题定义和实验要点	12

1 成绩评定标准和作业项目提交形式

1.1 最终成绩计算方式

个人课外作业 (50%) 3 道练习题 (30%)

1 个重现实验 (20%)

每人独立完成并按时提交

小组课程项目 (40%) 项目报告: 问题陈述、方法和数据、实验结果和分析、主要结论等 (30%)

课堂汇报: 15 分钟汇报 + 5 分钟答疑 (10%)

PPT 不超过 10 页

由小组 (成员不超过 2 人) 完成并按时提交 **个人表现 (10%)** 参课率、提问发言、小组汇报、给其他组打分等

1.2 作业和项目提交形式

文档使用 <https://www.overleaf.com/> 编写, 分享给 jiayu2020@iscas.ac.cn (助教) 和 tiejianluo@gmail.com (主讲老师) 代码采用 <https://jupyter.org/> 格式, 并能运行, 独立或分享方式提交, 分享同上

1.3 注意事项

所有作业和项目均需按时提交, 逾期将影响成绩。

如有任何疑问, 请及时与助教或主讲老师联系。

2 个人课外作业

2.1 作业 1：网络科学 10 个关键概念百科词条

提交期限：2024 年 4 月 11 日

2.1.1 目标

掌握网络科学的 10 个关键概念
练习撰写科学类百科词条

2.1.2 任务

1. 选定 10 个关键概念

通过听课、看书、研读课程讲义等内容，自主选择 10 个你认为理解网络科学这门学科，应该理解和掌握的关键概念。

2. 调研学习

查阅 Wikipedia 等网站，了解什么是百科词条，以及如何写好一个科学类词条。列举好的百科词条的内容和形式的具体要求。练习使用 ChatGPT, Gemini, Kimi.ai 等对话机器人软件，并对比分析它们对所选概念的解释。

3. 撰写百科词条

针对每个选定的概念，撰写一篇百科词条，内容应包括

- 概念定义
- 相关理论和方法
- 应用领域
- 参考文献

词条形式应符合 Wikipedia 等百科网站的要求，语言简洁明示，逻辑清晰，并附带相关图表和示例。

2.1.3 评价标准

词条内容的准确性和完整性
语言表达的清晰性和流畅性
逻辑结构的合理性和条理性
图表示例的辅助性和美观性

2.1.4 建议

在撰写词条之前，先进行充分的调研和学习，确保对所选概念有深入的理解。

尽量使用简洁明示的语言，避免使用专业术语或过于复杂的句子结构。

注意词条的逻辑结构，做到层次分明、重点突出。

适当使用图表和示例，帮助读者更好地理解概念。

仔细检查和修改词条，确保内容准确无误。

希望同学们通过这个作业，能够加深对网络科学关键概念的理解，并掌握科学类百科词条的写作方法。

以下是一些额外的建议，可以帮助学生更好地完成作业

可以参考现有的网络科学百科词条，学习它们的写作方法和结构。

可以与同学合作，共同完成某个概念的词条撰写，互相交流学习心得。

可以向老师或助教寻求帮助，解决写作过程中遇到的问题。

2.2 作业 2：学习图神经网络

提交期限：2024 年 4 月 18 日

2.2.1 背景知识

图神经网络 (GNN) 是一种新型的深度学习模型，它能够有效处理图结构数据。近年来，GNN 因其强大的建模能力而备受关注，并在自然语言处理、图像识别等领域取得了巨大成功。它是网络科学学习的新范式

传统的卷积神经网络 (CNN) 只能处理欧氏空间数据，例如图像。然而，现实世界中存在大量非欧氏空间数据，例如交通网络、社交网络、引用网络等。这些数据通常以图的形式呈现，其中节点代表实体，边代表实体之间的关系。

图卷积神经网络 (GCN) 是 GNN 的一种重要类型，它将 CNN 的思想扩展到图数据上。GCN 的核心在于构建图卷积算子和图池化算子。

图卷积算子用于在图结构数据上进行卷积操作，它能够提取节点的局部特征以及邻居节点的特征。

图池化算子用于将图中的子图聚合为一个新的节点，从而降低图的复杂度。

通过图卷积算子和图池化算子的结合，GCN 能够有效地学习图数据的特征表示，并用于各种网络科学学习任务，例如：

节点分类：预测图中每个节点的类别。

链接预测：预测图中是否存在未观察到的链接。

图聚类：将图中的节点划分为不同的簇。

学习图神经网络对于网络科学学习具有重要意义，它能够帮助我们更好地理解和分析网络数据，并揭示网络背后的规律。

以下是学习图神经网络的一些主要优势：

处理非欧氏空间数据：GCN 能够有效处理图结构数据，这使得它能够应用于广泛的现实世界场景。

提取局部和全局特征：GCN 能够同时提取节点的局部特征以及邻居节点的特征，这使得它能够学习到更全面的特征表示。

应用于各种网络科学学习任务：GCN 已经被证明可以有效地用于各种网络科学学习任务，例如节点分类、链接预测和图聚类。

随着图数据在各个领域的广泛应用，学习图神经网络将成为网络科学学习的重要工具。

2.2.2 相关资料

- 从 ChatGPT, Gemini, Kimi.ai 和维基百科中学习和理解 GNN 词条。
- 了解 GNN 原理及应用，查阅除了下面之外更多的最新进展。
<https://neptune.ai/blog/graph-neural-network-and-some-of-gnn-applications>
- 体验 GNN 的参考实现代码<https://github.com/dreamhomes/PyTorch-GNNs>
- GNN 在社交网络的应用：<https://arxiv.org/pdf/1403.6652.pdf%C3%AF%C2%BC%E2%80%BA>
- CNN 在句子分类的应用：https://uwspace.uwaterloo.ca/bitstream/handle/10012/9592/Chen_Yahui.pdf?sequence=3&isAllowed=y&ref=https://githubhelp.com
- 查阅最近的 GNN 的综述，不限于一下文章：<https://ieeexplore.ieee.org/ielam/5962385/9312808/9046288-aam.pdf>

2.2.3 任务要求

- (1) 探究 GNN 背后的工作机理和技术实现代码；
- (2) 根据参考代码实现一个简单的图卷积神经网络。

2.3 作业 3: AI 生成艺术作品

提交期限: 2024 年 5 月 2 日

2.3.1 背景知识

近年来, AI 艺术生成技术发展迅猛, 并逐渐走进大众视野。以 DALL-E、Stable Diffusion 和 Midjourney 为代表的文本生成图像模型的出现, 掀起了一股 AI 艺术创作热潮, 吸引了许多艺术家尝试用 AI 来辅助创作。它是一种理解网络科学的新视角

理解 AI 艺术生成, 对于学习网络科学具有重要意义:

1. 揭示人类创造力的奥秘: AI 艺术生成模型能够模拟人类的创造性思维, 帮助我们理解人类创造力的本质, 以及艺术创作背后的规律。
2. 推动网络科学与艺术的融合: AI 艺术生成将网络科学的理论和方法应用于艺术创作, 为艺术创作提供了新的思路 and 工具, 同时也为网络科学研究开辟了新的应用领域。
3. 提升艺术欣赏水平: AI 艺术生成能够生成具有独特风格和美感的艺术作品, 帮助我们以新的视角欣赏艺术, 提升艺术欣赏水平。

学习网络科学, 可以帮助我们更好地理解 AI 艺术生成:

1. 理解网络结构: AI 艺术生成模型通常基于图网络构建, 学习网络科学可以帮助我们理解图网络的结构和特性, 以及图网络在 AI 艺术生成中的应用。
2. 掌握算法原理: AI 艺术生成模型采用了各种机器学习算法, 学习网络科学可以帮助我们掌握这些算法的原理和应用, 并能够更好地评估和改进 AI 艺术生成模型。
3. 促进创新应用: 学习网络科学可以帮助我们探索 AI 艺术生成的新思路和新方法, 并将其应用于其他领域, 例如产品设计、建筑设计等。

总而言之, AI 艺术生成是网络科学与艺术融合的产物, 学习网络科学可以帮助我们更好地理解和应用 AI 艺术生成技术, 并促进其发展和创新。

以下是一些学习网络科学可以帮助我们理解 AI 艺术生成具体例子:

理解图网络的结构和特性, 可以帮助我们理解 AI 艺术生成模型如何捕捉图像的局部和全局特征。

掌握机器学习算法的原理和应用, 可以帮助我们理解 AI 艺术生成模型如何从数据中学习并生成新的图像。

了解网络科学的应用领域, 可以帮助我们探索 AI 艺术生成在其他领域的应用潜力。

随着 AI 艺术生成技术的不断发展, 学习网络科学将成为理解 and 应用 AI 艺术生成技术的重要途径。

2.3.2 相关资料

- 从 ChatGPT, Gemini, Kimi.ai、维基百科和最新发表论文中学习和理解 DALL-E: <https://en.wikipedia.org/wiki/DALL-E>
- OpenAI 对 DALL-E 的介绍: <https://openai.com/research/dall-e>

- 参考代码: <https://huggingface.co/spaces/dalle-mini/dalle-mini>

2.3.3 任务要求

- (1) 体验开源项目 DALL-E-2 (<https://openai.com/dall-e-2/>);
- (2) 阅读参考代码和相关资料, 探究模型结构和算法原理。

2.4 重现实验: 基于场景图的图片生成

2024 年 5 月 9 日截止

2.4.1 实验简介

本实验将带领你重现一种基于场景图的图片生成方法。该方法将图像构造布局与物体外观分割分离, 并通过双重嵌入机制生成与场景图高度匹配的图像。同时, 该方法支持从同一场景图生成多个不同图像, 并允许用户控制生成过程。本实验不仅可以帮助你学习和理解网络科学与图像生成相关知识, 还可以提升你的代码能力、分析能力和创新能力。它是学习网络科学的实践机会。

2.4.2 实验意义

1. 深入理解图卷积网络与图像生成技术

学习图卷积网络在场景图中的应用, 理解如何利用图结构信息进行图像生成。

掌握图像生成技术, 包括生成对抗网络 (GAN) 和变分自编码器 (VAE) 等模型的原理和应用。

2. 提升代码阅读与理解能力

通过阅读和理解已有代码, 掌握该方法的具体实现细节, 并加深对相关算法和技术的理解。

练习代码调试和分析, 提升解决问题的能力。

3. 独立评估与改进模型

评估该方法的优缺点, 并提出改进方案, 例如提高图像质量、增加生成图像的多样性等。

结合网络科学知识, 探索新的改进方向, 例如利用网络结构特征提升图像生成效率或控制效果。

4. 拓展学习与研究视野

结合自身兴趣, 探索基于场景图的图片生成在其他领域的应用潜力, 例如虚拟现实、游戏设计等。

2.4.3 参考资料

- 方法原论文

[<https://arxiv.org/pdf/1909.05379.pdf>]

(<https://arxiv.org/pdf/1909.05379.pdf>)

- 方法源代码

[\[https://github.com/ashual/scene_generation\]](https://github.com/ashual/scene_generation)

[\(https://github.com/ashual/scene_generation\)](https://github.com/ashual/scene_generation)

- 参考文献

[\[https://cs.stanford.edu/~danfei/scene-graph/\]](https://cs.stanford.edu/~danfei/scene-graph/)

[\(https://cs.stanford.edu/~danfei/scene-graph/\)](https://cs.stanford.edu/~danfei/scene-graph/)

2.4.4 实验要求、实验过程和问题处理

(1) 从 ChatGPT, Gemini, Kimi.ai、维基百科和最新发表论文中学习和理解该方法涉及的基础知识，如图卷积网络、图像生成技术等等。

(2) 跑通已有代码并且深入理解代码；

(3) 评估该方法的优缺点并提出改进的方案。

安装过程和常见问题

环境安装

1、克隆远程仓库，这里需要克隆两个原创仓库，一个是模型代码库，另一个是 COCO API 的库。

```
! git clone https://github.com/cocodataset/cocoapi.git
! git clone https://github.com/ashual/scene_generation.git
```

2、具体安装

安装模型代码库，进入项目文件，从 requirements.txt 文件中安装项目依赖的库。

```
cd /content/scene_generation //
! pip3 install -r requirements.txt
```

安装 COCO API 库。

```
cd /content/cocoapi/PythonAPI/
! python3 setup.py install
```

训练和测试模型

1、训练模型，并将训练好的模型参数存储于指定目录下。

```
cd /content/scene_generation
! python3 train.py
```

2、测试模型

[YOUR_MODEL_CHECKPOINT] 填写模型存储的路径

[DIR_NAME] 填写结果存储的路径

```
! python3 scripts/gui/simple-server.py --checkpoint [YOUR_MODEL_CHECKPOINT] --output_dir [
  DIR_NAME] --draw_scene_graphs 0
```

常见问题解答

安装 requirements.txt 的报错

错误 1:

```
! python3 scripts/gui/simple-server.py --checkpoint [YOUR_MODEL_CHECKPOINT] --output_dir [
  DIR_NAME] --draw_scene_graphs 0
```

解决办法: 提前下载仓库, 输入指令 `git clone https://github.com/ashual/scene_generation.git`

错误 2:

```
ERROR: Could not find a version that satisfies the requirement pytorch==1.0.0 (from versions
: 0.1.2, 1.0.2)
ERROR: No matching distribution found for pytorch==1.0.0
```

解决方法: 修改 requirements.txt 中的 `pytorch==1.0.0`, 改为 `pytorch`

错误 3:

```
ERROR: Could not find a version that satisfies the requirement graphviz==2.40.1 (from
versions: 0.1, 0.1.1, 0.2, 0.2.1, 0.2.2, 0.3, 0.3.1, 0.3.2, 0.3.3, 0.3.4, 0.3.5, 0.4,
0.4.1, 0.4.2, 0.4.3, 0.4.4, 0.4.5, 0.4.6, 0.4.7, 0.4.8, 0.4.9, 0.4.10, 0.5, 0.5.1,
0.5.2, 0.6, 0.7, 0.7.1, 0.8, 0.8.1, 0.8.2, 0.8.3, 0.8.4, 0.9, 0.10, 0.10.1, 0.11,
0.11.1, 0.12, 0.13, 0.13.1, 0.13.2, 0.14, 0.14.1, 0.14.2, 0.15, 0.16, 0.17, 0.18,
0.18.1, 0.18.2, 0.19, 0.19.1, 0.19.2, 0.20, 0.20.1)
ERROR: No matching distribution found for graphviz==2.40.1
```

解决方法: 修改 requirements.txt 中的 `graphviz==2.40.1`, 改为 `graphviz`

3 小组课程项目：用网络科学探索复杂系统的奥秘

提交期限：2024 年 5 月 23 日

3.1 项目概述

本课程项目旨在让学生以小组为单位 (2 人)，运用网络科学方法对复杂系统进行深入研究和分析。通过阅读文献、设计实验、分析数据和撰写报告，学生将能够：

- 掌握网络科学的基本概念和方法
- 识别和建模复杂系统中的网络结构
- 利用网络科学工具分析复杂系统的行为和特征
- 提出解决复杂系统问题的策略

3.2 任务目标及选题类型

- 能够运用网络科学理论和方法分析实际问题
- 培养独立思考和批判性思维能力
- 提升团队合作和沟通能力

学生可以选择以下三种项目类型之一：

- **论文复现**

选择一篇网络科学领域的论文，对其中的算法、模型或度量进行重现实验和评估。
评价该方法的优缺点，并提出改进建议。

- **算法/模型对比**

选择某一算法或模型为基准，设计理论模型和对比实验，展示不同算法/模型的性能差异。
分析影响算法/模型性能的关键因素。

- **深入调查**

选择某一复杂系统主题进行深入调查，用新的视角或方法检验已有结论或提出新看法。
总结该领域的最新研究进展，并提出未来的研究方向。

3.3 项目提交物和时间安排

项目报告 (5-8 页 A4 纸): 包括问题定义、文献综述、方法描述、实验结果、分析结论和参考文献等。

演示汇报 PPT (不超过 10 页): 内容应涵盖项目的主要内容和成果。

2024 年 5 月 9 日: 提交项目报告和演示文稿

2024 年 5 月 16 日: 项目答辩

3.4 项目要求及评价

项目报告应语言流畅、结构清晰、图表美观。

演示汇报应内容完整、重点突出、逻辑清晰。

代码需开源并可在计算机上运行。

项目成绩将根据以下几个方面进行评价:

- 项目的完整性和创新性
- 对复杂系统的理解和分析能力
- 运用网络科学方法的能力
- 文献综述和数据分析能力
- 团队合作和沟通能力

3.5 项目指导、问题定义和实验要点

课程教师和助教将提供项目指导和答疑服务。

学生可以通过邮件、课堂讨论等方式与老师和助教进行交流。

鼓励学生积极思考、大胆创新, 利用网络科学的知识和方法, 探索复杂系统的奥秘!

项目问题定义要点

1. 确定研究对象

选择一个你感兴趣的复杂系统, 例如社交网络、交通网络、生物网络等。

确定该系统的关键要素, 并将其抽象为网络中的节点和边。

2. 数据收集和处理

搜集该系统的相关数据, 例如用户关系、交通流量、蛋白质相互作用等。

对数据进行清洗和处理, 确保其符合网络建模的要求。

3. 研究问题

提出一个你希望通过网络分析来回答的问题, 例如:

社交网络中信息传播的规律?

交通网络拥堵的成因?

生物网络中疾病传播的机制?

4. 研究动机

解释为什么选择网络建模方法来研究该问题。

阐述该方法的优势和适用性。

实验方法及过程要点

1. 网络度量

计算网络的基本指标，例如节点数、边数、度分布、平均路径长度等。

分析这些指标所反映的网络结构特征。

2. 网络分析

运用聚类系数、社区发现、中心性等方法分析网络的结构和功能。

识别网络中的关键节点和社区，并探究其影响力。

3. 实验结果

展示实验结果，并进行统计分析。

解释结果的含义，并与已有研究进行比较。

4. 结论和展望

总结研究结论，并回答最初提出的问题。

提出未来研究方向和改进建议。