

《典型运筹学问题与模型》教学设计

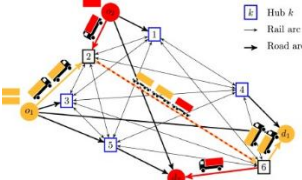
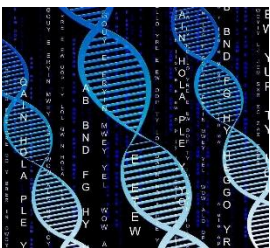
课程名称	第四章 指派问题（一）	学时	3
学情分析	随着现代企业和公共管理的复杂性日益增加，运筹学在资源优化、决策支持中的应用越来越广泛。指派问题作为运筹学中的基础模型之一，广泛应用于人员调度、任务分配、资源配置等领域。掌握指派问题的数学模型和求解方法，不仅能帮助学生理解运筹学的基本原理，还能提升他们在实际应用中的问题解决能力。 授课对象为大数据实验班，该班学习风气良好，学生基础知识较为扎实，具备良好的数学和运筹学基础，对本课程有较好的认知水平。学生思维比较活跃，具有强烈的好奇心和进取心，心理特征较好。		
教学目标	1. 学生能够明确指派问题的定义和应用领域。理解并掌握指派问题的基本数学模型，尤其是 0-1 变量的设置方法。 2. 将数学原理应用到现实问题中，引导学生发现问题、分析问题、思考问题，培养学生分析实际问题的运筹学优化能力 3. 培养学生的团队合作能力，通过小组讨论完成模型的构建和解答。引导学生在解决问题时考虑现实中的伦理和社会责任问题。培养学生大局观、集体意识和职业使命感		
教学思想	以一个实际的商业案例（如物流公司如何分配车辆任务）作为导入，激发学生兴趣。 提出问题：“如何通过数学方法实现最优的资源分配？”引导学生思考，并将问题逐步引向指派问题的模型构建。 布置与指派问题相关的预习任务，如阅读相关文献、完成简单的在线测验，了解基本概念。 充分调动学生学习主动性和积极性，用讨论交流的方式引导学生梳理知识，将立德树人、德智兼修的思想融入课程教学中，提高学生专业能力的同时帮助学生树立正确的人生观、价值观。		
课程资源	Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2010). Introduction to Operations Research. McGraw-Hill. 第4章 中国大学MOOC 网国家精品资源课《运筹学》 https://www.icourse163.org/course/HQU-1205834834?from=searchPage&outVendor=zw_mooc_pcsgjg 《整数规划》 孙小玲 李端著 第4章 课件、源代码		
教学内容	1. 课堂讨论：管理者分配任务 2. 指派问题特征、应用，了解指派问题的前沿研究方向，探索其在新技术环境中的应用潜力。 3. 指派问题的数学模型 4. 匈牙利算法的讲解与应用 5. 指派问题的实际应用与前沿发展 6. 巩固本章学习内容，确保学生能够综合运用所学知识解决实际问题。		
教学重点与难点	重点： 掌握指派问题的特征及其基本数学模型。学生需要理解指派问题的核心概念，包括任务与资源之间的匹配关系，以及如何通过数学模型进行有效描述和求解。这将为后续的算法学习奠定基础。 难点： 0-1 变量的使用。学生需深入了解如何将实际问题转化为 0-1 整数线性规划模型，理解变量的设定及其在约束条件中的作用，以便准确表达指派问题中的决策过程。这部分内容要求学生具备一定的抽象思维能力和逻辑推理能力。		
教学方法与工具	教学方法：本科主要采用任务驱动教学，过程中辅以启发提问、自主学习及协同学习方法 通过设定实际问题驱动学生学习。比如在讲解指派问题时，教师可以设计一个任务：让学生模拟企业资源分配场景，解决任务与资源的匹配问题，如物流公司如何分配车辆任务。这个任务可以贯穿整个教学过程，逐步引导学生学习指派问题的理论与实践。 通过实际案例分析，提升学生对知识的理解。教师可以引入一个真实案例，如一家物流公司如何通过指派问题优化配送路线。学生需通过分析问题并应用运筹学模型来解决任务分配问题。 工具：使用中国大学MOOC上的相关运筹学课程作为预习资料，学生通过自主学习打下理论基础。 利用 Kahoot 或 Mentimeter 等互动测验工具，在课堂上进行即时反馈，帮助教师了解学生对预习内容的掌握情况。		
教 学 安 排			

教学环节	教师行为	预设学生行为	设计意图
课堂讨论（10 分钟）	<p>1. 引入问题：管理者分配任务时一般会考虑什么因素进行分工？你会接受管理者的任务安排吗？是无条件接受吗？如果不接受任务，主要是什么原因？</p>  <p>2. 如果国家需要同学们去支援艰苦地区的建设大家会不会响应？</p>	<p>1. 学生思考教师提出的问题，并在小组内讨论。</p> <p>2. 部分学生代表分享讨论结果。</p>	通过实际问题引入，引发学生对指派问题的兴趣，激发他们的学习动机。在讨论过程中培养学生运筹优化思维，在家国大义的问题上，通过自我认知和讨论，加深学生对大局观、对集体意识的深刻理解。
算法概念讲解（15 分钟）	<p>1. 引入一个复杂的实际案例，例如某企业的项目分配问题，其中涉及多项任务和多名员工的最佳分配方案。</p> <p>2. 问题分析：“在这样的实际问题中，如何构建数学模型以优化任务分配？”</p> <p>3. 结合案例（如某企业的任务分配问题）进行模型构建的实际操作演示。</p>	<p>1. 学生认真听讲并记笔记。</p> <p>2. 针对教师的提问进行思考，部分学生回答问题。</p> <p>3. 通过实际案例理解并构建数学模型。</p>	通过详细的知识讲授，帮助学生掌握指派问题的核心概念和求解方法，培养他们的建模和问题解决能力。使学生掌握指派问题的特点及数学模型。
算法设计与分析（40 分钟）	<p>1. 详细讲解匈牙利算法的设计原理，包括算法的各个步骤（如行、列最小化，零元素的覆盖与调整）。</p> <p>2. 通过板书或 PPT 分步骤演示匈牙利算法的具体操作过程。</p>  <p>3. 结合案例通过算法求解最优方案。</p>	学生听讲并记笔记，结合教师的演示逐步理解算法的操作流程，并在案例中应用算法求解问题。	通过详细的算法设计与分析，帮助学生理解匈牙利算法的原理和应用，培养他们的算法设计能力。
算法复杂性函数讲解（20 分钟）	<p>1. 介绍复杂性函数的概念，包括常见的时间复杂度表达式（如 $O(n^2)$ 等）。</p> <p>2. 讲解匈牙利算法的时间复杂度推导过程。</p> <p>3. 比较匈牙利算法与其他常见算法的复杂性函数。</p>	学生通过学习复杂性函数，理解算法效率的理论基础，并能够应用这些概念评估算法的性能。	通过复杂性函数的讲解，帮助学生建立对算法性能的深入理解，并为后续更复杂的算法分析做好准备。
课堂提问（5 分钟）	<p>1. 提出问题：“在实际操作中，使用 0-1 变量建模有哪些难点？”</p> <p>2. 组织学生分组讨论，分享各自对 0-1 变量应用的理解。</p> <p>3. 结合学生的讨论结果，教师进行总结和补充。</p>	<p>1. 学生分组讨论教师提出的问题，积极发表个人见解。</p> <p>2. 听取其他组的观点，并结合教师的补充进行理解。</p>	通过提问和讨论，强化学生对 0-1 变量应用的理解，培养他们的逻辑思维和团队合作能力。
课堂练习+讲解（60 分钟）	<p>1. 布置课堂练习：根据给定的实际问题构建指派问题模型并尝试求解。</p> <p>2. 教师巡视并指导学生完成练习，对出现的共性问题进行讲解。</p>	<p>1. 学生独立或小组合作完成练习。</p> <p>2. 在教师的指导下，解决模型构建过程中遇到的难题。</p>	检验学生对模型的掌握情况，通过练习与教师讲解提高学生的建模能力，检验学生对知识的掌握情况，帮助他们在实践中巩固所学内容。
内容总结（5 分钟）	<p>1. 通过提问引导学生总结本节课的关键知识点，如指派问题的基本概念、数学模型的构建方法等。</p>	<p>1. 学生回顾并总结本节课的学习内容。</p>	总结建模时的问题，提高建模能力。通过总结，加深学生对本节

	2. 强调模型构建和求解过程中的常见错误及其避免方法。	2. 针对教师提出的总结性问题进行反思和讨论。	课知识的记忆，帮助他们梳理学习内容，为后续学习打下基础。
教学评价	<p>形成性评价：通过课堂中的小测验、即时反馈、讨论参与等方式，实时评估学生的学习进度。这种评价方式注重过程，帮助教师在教学过程中发现学生的困难与不足，并及时进行调整。</p> <p>总结性评价：在单元或课程结束时，通过考试、论文、项目报告等方式评估学生的最终学习成果。注重学生对知识的整体把握和实际应用能力。</p> <p>过程性评价：通过观察学生在课堂中的参与度、作业完成情况、项目进展等过程性表现，综合评估学生的学习状态和进步。</p> <p>结果性评价：结果性评价重点关注学生通过学习最终达成的成果，如期末考试成绩、项目完成情况等。这类评价能够反映学生的总体学习效果和 能力发展。</p> <p>课堂氛围活跃，学生积极回答问题，对知识点总结到位，知识掌握水平较好</p>		
预习任务	<p>1. 布置预习任务：查阅二次指派问题的相关文献，准备下节课的内容。</p> <p>2. 提供推荐阅读材料，并鼓励学生在课前完成初步的模型分析。</p>		
课后作业	<p>要求完全掌握基本的指派问题数学模型</p> <p>设计一个你所在学校的教学资源分配模型，假设你需要将五间教室分配给五门课程，考虑每门课程对教室的特殊需求，请构建一个指派问题模型，并提出你的解决方案。</p>		
板书设计	<div><div>指派问题</div><div><div>指派问题介绍</div><div>定义 —— 一种优化问题</div><div>特征</div><div>应用场景 —— 工作任务分配、人力资源调度、机器任务分配</div></div><div><div>数学模型</div><div>决策变量 —— 定义分配矩阵中的0-1变量</div><div>目标函数 —— 成本/收益最小化或最大化</div><div>约束条件 —— 每个任务必须分配给一个代理，反之亦然</div></div><div><div>求解方法</div><div>匈牙利算法 —— 求解步骤<ul style="list-style-type: none">行减列减覆盖零元素调整矩阵</div><div>线性规划</div><div>分支定界法</div></div><div><div>扩展问题</div><div>二次指派问题</div><div>带约束的指派问题</div><div>多目标优化时的权衡</div><div>数据规模过大时的计算复杂性</div></div></div>		

《典型运筹学问题与模型》教学设计

课程名称	第四章 指派问题（二）	学时	3
学情分析	<p>在上一章中，学生已经掌握了基本的指派问题及其数学模型的构建与求解方法。在实际应用中，指派问题往往涉及更多的复杂情况，如多目标优化、费用调整、二次指派问题等。这一章将深入探讨这些复杂指派问题，特别是二次指派问题（QAP）的特征、数学模型和求解算法。通过对复杂指派问题的学习，学生将能够应对更复杂的实际问题，提升他们在运筹学中的应用能力。</p> <p>授课对象为大数据实验班，该班学习风气良好，学生基础知识较为扎实，具备良好的数学和运筹学基础，对本课程有较好的认知水平。学生思维比较活跃，具有强烈的好奇心和进取心，心理特征较好。</p>		
教学目标	<p>理解二次指派问题（QAP）的定义、特征和应用场景。掌握二次指派问题特征、数学模型、求解算法，培养学生建模思维与能力</p> <p>使学生能够在实际应用中灵活使用二次指派问题的模型和算法，解决资源分配中的复杂问题。</p> <p>引导学生关注社会实际问题，增强他们的社会责任感和服务意识，尤其是在公共资源管理和国家重大项目中的应用。</p>		
教学思想	<p>本课程以学生能够实际解决复杂指派问题为主要教学目标，强调通过模型构建和求解过程中的练习，提升学生的运筹学应用能力。</p> <p>课程设计注重将理论知识与实际应用相结合，通过案例教学、任务驱动教学等多种教学方法，确保学生能够将所学知识灵活运用于现实问题的解决。</p> <p>充分调动学生学习主动性和积极性，用讨论交流的方式引导学生梳理知识，将立德树人、德智兼修的思想融入课程教学中，提高学生专业能力的同时帮助学生树立正确的人生观、价值观。</p>		
课程资源	<p>Burkard, R. E., Dell'Amico, M., & Martello, S. (2009). <i>Assignment Problems</i>. Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM). 第4章</p> <p>中国大学 MOOC 网国家精品资源课《运筹学》https://www.icourse163.org/course/HQU-1205834834?from=searchPage&outVendor=zwmoo_pc_ss_jg</p> <p>《整数规划》 孙小玲 李端著 第4章</p> <p>课件、源代码</p>		
教学内容	<ol style="list-style-type: none">二次指派问题实例与特征、数学模型、应用求解算法，包括一般的求解算法和 GA 求解：算法对比，详细讲解遗传算法模型与算法交互演练：交互式编程练习、案例拓展社会问题的讨论与思考：引入实际问题、多目标优化探讨教学环节互动加强：小组讨论与竞赛、角色扮演与模拟课后拓展与深度学习：推荐阅读与探索性作业		
教学重点与难点	<p>重点：掌握二次指派问题的数学模型及其求解算法，特别是遗传算法（GA）的应用。学生需要理解二次指派问题的特征，能够构建相应的数学模型，并掌握如何利用遗传算法进行现场优化，以提升解决复杂问题的能力。</p> <p>难点：指派费用的理解与设置。学生需深入分析指派费用的构成，理解其在模型中所起的关键作用，学会合理地设置费用参数，以确保模型能够准确反映实际问题。这要求学生具备较强的分析能力和对实际场景的敏感性，从而为优化决策提供理论支持。</p>		
教学方法与工具	<p>教学方法：本科主要采用任务驱动教学，过程中辅以启发提问、自主学习方法</p> <p>以现实中的复杂问题为驱动，引导学生通过解决问题来学习知识。例如，在讲授二次指派问题（QAP）时，教师可以设计一个场景：物流公司需要在多个城市布置仓库，并且要考虑仓库间的距离和运输成本。学生需要构建二次指派问题的模型，并运用所学算法（如遗传算法或分支定界法）求解。</p> <p>通过实际案例的分析，让学生将理论知识应用于实践。例如，教师可以引入物流网络布局问题，展示如何通过二次指派问题的模型优化设施布局，减少运输成本。学生需通过分析问题、构建模型，并结合求解算法给出合理的解决方案。</p> <p>工具：多媒体、板书、Google Docs、Miro、Zoom</p>		

教学安排			
教学环节	教师行为	预设学生行为	设计意图
课堂导入（10 分钟）	<p>1. 通过提问“在资源分配中，如何处理任务之间的相互影响？”引导学生思考复杂指派问题。</p> <p>2. 简要介绍二次指派问题及其实际应用，如城市设施布置中的问题。</p>	<p>1. 学生思考教师提出的问题，并在小组内讨论。</p> <p>2. 部分学生分享讨论结果，提出对二次指派问题的初步理解。</p>	通过问题导入，激发学生对复杂指派问题的兴趣，促使他们积极参与课堂讨论。
算法概念讲解（20 分钟）	<p>1. 详细讲解二次指派问题的定义及其数学模型，特别是任务间相互影响的费用设置方法。</p> <p>2. 介绍常见的二次指派问题求解算法，如分支定界法和遗传算法（GA）的基础概念。</p> <p>3. 通过简单示例展示 QAP 与基本指派问题的区别。</p>	<p>1. 学生认真听讲并记笔记。</p> <p>2. 针对教师的提问进行思考，部分学生回答问题。</p> <p>3. 理解二次指派问题的复杂性，并结合例子初步认识到 QAP 与其他指派问题的差异。</p>	通过详细的知识讲授，帮助学生掌握二次指派问题的核心概念和求解方法，为后续算法设计与分析做好准备。培养他们在复杂条件下的建模和问题解决能力。
案例导入（10 分钟）	<p>1. 引入一个复杂的实际案例，如物流网络中设施选址问题，涉及设施间的距离和相互作用的最优安排。</p>  <p>2. 提出问题：“在实际应用中，如何建立二次指派问题的数学模型来优化布局？”</p>	学生分析案例中的关键因素，思考如何将实际问题抽象为二次指派问题的数学模型，并讨论初步的解决思路。	通过实际案例的引入，使学生理解二次指派问题在复杂环境中的应用，并为后续算法设计打下基础。
算法设计与分析（40 分钟）	<p>1. 详细讲解遗传算法（GA）在二次指派问题中的应用，包括遗传算法的选择、交叉、变异等步骤。</p>  <p>2. 结合案例，演示如何利用遗传算法逐步优化设施布局的方案。</p> <p>3. 逐步分析并解读算法每一步的操作及其对最终解的影响。</p>	学生听讲并记笔记，结合教师的示范理解遗传算法在二次指派问题中的操作步骤和应用效果。	通过详细的算法设计与分析，帮助学生掌握遗传算法的应用方法，理解其在二次指派问题求解中的作用。
课堂提问（5 分钟）	<p>1. 提出问题：“在实际应用中，如何处理多目标优化的冲突？”</p> <p>2. 组织学生分组讨论，分享各自对多目标优化的理解。</p> <p>3. 结合学生的讨论结果，教师进行总结和补充。</p>	<p>1. 学生分组讨论教师提出的问题，积极发表个人见解。</p> <p>2. 听取其他组的观点，并结合教师的补充进行理解。</p>	通过提问和讨论，强化学生对多目标优化及费用设置的理解，培养他们的分析能力和团队合作精神。
自主学习+知识讲授（90 分钟）	二次指派问题的求解方法，包括一般的求解算法和 GA 算法，重点讲授 GA 求解，先让学生自	自主学习，带着疑问听老师的讲解，不懂之处	培养学生自主学习、独立思考的能力，促进学生对知识点的掌握，

	<p>主学习，独立思考，之后再行讲解。</p> <p>布置课堂练习：根据给定的实际问题构建二次指派问题模型并尝试求解。</p> <p>教师巡视并指导学生完成练习，对出现的共性问题进行讲解。</p>	<p>进行提问</p>	<p>同时集中学生注意力。通过实际练习，帮助他们在实践中巩固所学内容。</p>
内容总结（5 分钟）	<p>1. 通过提问引导学生总结本节课的关键知识点,如二次指派问题的数学模型和 GA 求解算法。</p> <p>2. 强调模型构建和求解过程中的常见错误及其避免方法。</p>	<p>1. 学生回顾并总结本节课的学习内容。</p> <p>2. 针对教师提出的总结性问题进行反思和讨论。</p>	<p>通过总结，加深学生对本节课知识的记忆，帮助他们梳理学习内容，为后续学习打下基础。</p>
教学评价	<p>形成性评价：通过课堂中的小测验、即时反馈、讨论参与等方式，实时评估学生的学习进度。这种评价方式注重过程，帮助教师在教学过程中发现学生的困难与不足，并及时进行调整。</p> <p>总结性评价：在单元或课程结束时，通过考试、论文、项目报告等方式评估学生的最终学习成果。注重学生对知识的整体把握和实际应用能力。</p> <p>过程性评价：通过观察学生在课堂中的参与度、作业完成情况、项目进展等过程性表现，综合评估学生的学习状态和进步。</p> <p>结果性评价：结果性评价重点关注学生通过学习最终达成的成果，如期末考试成绩、项目完成情况等。这类评价能够反映学生的总体学习效果和有能力发展。</p> <p>课堂氛围活跃，学生积极回答问题，对知识点总结到位，知识掌握水平较好</p>		
预习任务	<p>1. 布置预习任务：查阅遗传算法的相关文献，了解其在优化问题中的应用。</p> <p>2. 提供推荐阅读材料，并鼓励学生在课前完成初步的模型分析。</p>		
课后作业	<p>要求掌握二次指派问题数学模型，对求解算法上机操作</p> <p>阅读指定文献，讨论遗传算法在二次指派问题中的应用场景，并简要说明遗传算法与传统求解方法的优劣。</p> <p>设计一个多目标优化问题，假设你需要在资源分配的同时考虑成本、时间和资源利用率，构建一个二次指派问题模型，并提出你的解决方案。</p>		
板书设计	<div><div>二次指派</div><div><div>二次指派介绍</div><div>定义</div><div>与线性指派问题的区别</div></div><div><div>数学模型</div><div>决策变量<div>设施<i>i</i>是否分配给位置<i>j</i> (通常是0-1变量)</div></div><div>目标函数<div>最小化总成本, 通常表示为两个矩阵元素乘积和</div></div><div>约束条件<div>每个设施必须被指派给一个位置</div><div>且每个位置只能分配给一个设施</div><div>0-1变量的限制</div></div></div><div><div>求解方法</div><div>遗传算法</div><div>模拟退火</div><div>蚁群算法</div><div>禁忌搜索</div></div><div><div>实际应用场景</div><div>工厂布局</div><div>医院布局</div><div>网络设计</div><div>电子芯片设计</div></div><div><div>QAP的复杂性</div><div>NP难问题<div>随设施和位置数量增加, 计算复杂度呈指数增长</div></div><div>时间复杂性<div>需要大量计算资源才能找到最优解</div></div><div>矩阵的对称性<div>对称QAP与非对称QAP的区别及其求解复杂性</div></div></div></div>		