

2024数学建模课程作业-排产排程

MindOpt 是达摩院决策智能实验室自主研发的优化求解器套件，是解决决策问题的关键计算软件。该套件已经被广泛应用于电力能源、工业制造、交通物流、互联网、金融投资等多个行业。在高校教育和科研中，MindOpt 为学生和研究人员提供了解决实际优化问题的工具，显著提升了他们的学习效果和研究成果。

为了满足不同场景的需求，我们开发了多种智能决策解决方案，包含以下产品：

- MindOpt Solver 优化求解器
- MindOpt APL 建模语言
- MindOpt Tuner 调参器
- MindOpt Studio 优化建模平台
- MindOpt Copilot 智能助手

MindOpt 目前是一款成熟的市场产品，通过自研云技术支持的 MindOpt Studio，用户可以享受便捷的使用体验。为支持教学改革和实践结合，我们的研发团队积极寻求在高校教育和科研方面的合作，已经在多个课程和教学任务中积累了丰富的经验。

一、MindOpt 产品介绍

智能决策是用于在众多可能性中寻找最优决策方案的技术，是现代工业、商业决策行为中的核心工具之一，被广泛应用于多个行业，为方案规划、生产计划决策、资源调度与分配提供决策支持。例如设计工期最短的项目计划、总成本最低的发电计划，风险水平最低的资金调配方案、对健康组织伤害最小的放疗方案，最节省燃料的火箭发射方案、里程最短的运输路线等..... 所有这些寻找“最优”解决方案的问题，都是决策技术的应用场景。

在实践中，人们需要分析实际问题的系统结构、逻辑关系以及期望达成的目标，然后利用函数、等式、不等式、仿真程序等工具将其形式化地描述出来，再通过数据分析工具进行数据收集与整理，这个过程通常被称为 **数学建模 (Modeling)**。问题越复杂，数学建模得到的优化模型就越是庞大，因此很多实际应用中的优化问题的复杂程度已经远远超出一般工具所能处理的范围，此时需要使用 **优化求解器 (Solver)** 来解决这些问题，寻找最优解。围绕数学建模和优化求解等需求，我们研发的 MindOpt 系列产品，以下是产品介绍：

- MindOpt 产品主页 <https://opt.aliyun.com/portal>
- MindOpt Solver 是一款高效的优化求解软件，目前支持求解线性规划、混合整数线性规划、凸二次规划、半定规划问题，对其他问题类型的支持也在持续研发中，关于其使用方式和说明将在本文档中进行详细介绍。当前已具备功能请参考 [MindOpt Solver 用户手册](#)。

- **MindOpt APL** (MindOpt Algebraic Programming Language, MAPL) 是通用优化建模语言，通过更贴近代数语言的形式化语言建立优化模型。它支持通用的线性、非线性、混合整数问题的建模，并支持调用超过20种优化求解器进行求解，从而降低建模门槛，为用户提供更多选择。关于其使用说明，请参考 [MAPL 用户手册](#)。
- **MindOpt Tuner** 调参器是针对用户的优化问题进行超参数寻优，以发挥求解器的最优性能的工具，更多介绍请参考 [MindOpt Tuner 用户手册](#)。
- **MindOpt Copilot** 智能助手利用大语言模型技术构建自动化建模智能体，通过自然语言的方式自动构建数学模型和完成求解链路，体验链接参考 [MindOpt Copilot](#)。
- **MindOpt Studio** 优化建模平台是一个云平台，我们通过云服务的方式为用户提供了便捷的开发者平台，集成了包括优化求解器、优化建模语言、调参器、机器学习与强化学习工具在内的一系列软件和服务，并提供Python环境，利用云上弹性资源的方式免去了用户安装和环境配置的环节。用户也可以在云平台中通过示例学习不同应用问题的建模方法，或是上传自己编辑的案例。其使用请参考 [MindOpt 优化平台](#)。

1.1. 针对教学/科研场景的支持

1. **教学资源配套**：我们精心编制了一系列文档资料，包括平台、软件操作指南、建模方法介绍、最佳实践案例等，以图文并茂、易于理解的方式帮助学生快速上手。
2. **理论与实践结合**：提供了多个行业相关的实践案例，如电力调度、物流配送、生产调度等，加深学生对理论知识的理解，增强其解决复杂问题的能力，让学生能够在实践中快速掌握运筹优化的核心技术和应用方法。
3. **互动与交流**：建立了交流和反馈机制，鼓励学生提问、讨论，以及分享自己编辑的案例。教师也可在此发布作业、编写教案，实现师生间的高效互动。平台的互动特性也为学术交流与合作提供了便利，有助于形成跨学科、跨地区的合作机会，推动学术研究和技术创新。
4. **灵活性与扩展性**：支持多种编程语言和优化模型，支持在开发环境中安装用户需要的软件和算法包，适应不同层次的教学和科研需求，便于教师根据课程内容灵活调整实践环节。
5. **激发创新创造能力**：提供开放式的实践平台，鼓励学生探索不同的解决方案，培养其创新思维和问题解决能力。通过解决实际问题，学生能够积累宝贵的实践经验，提升解决复杂商业问题的能力，为将来的职业生涯打下坚实基础。

综上所述，我们研发的运筹优化平台以其便捷性、高效性和丰富资源，为运筹学等相关课程的教学提供了强大的支持，不仅提升了教学质量，也为学生开辟了从理论到实践、从学习到创新的顺畅通道。

1.2. 云平台集成能力

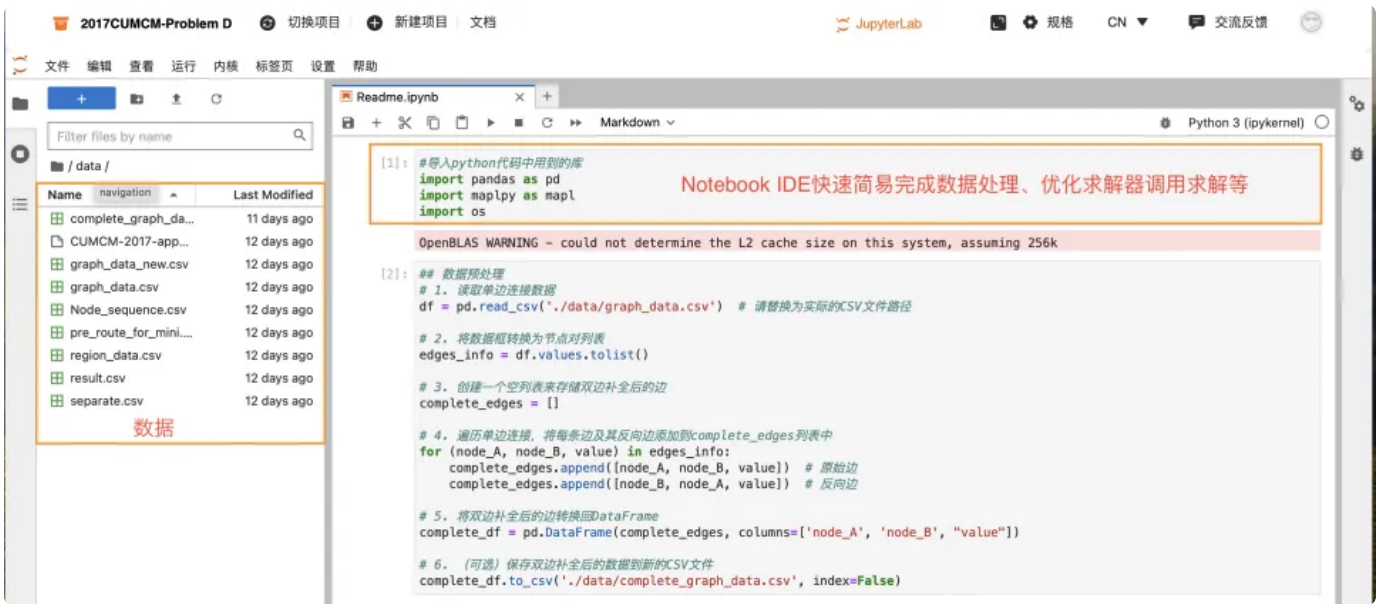
我们研发的 **MindOpt Studio**，集成了云端开发环境(Cloud-IDE)与包含高性能求解器在内的MindOpt系列产品，旨在为运筹学、数据科学、管理科学、物流科学的教育提供一套全面、高效的实践工具。以下是MindOpt平台的主要特点、平台优势及针对教学场景带来的优势：

- 1. **云上IDE环境建设**：我们开发了一个基于云的集成开发环境，此环境支持代码编写、调试、运行等功能，覆盖了运筹优化、机器学习、强化学习等常用的编程语言和库。此外，平台集成的Cloud-IDE环境包含Jupyter Notebook和VS Code两种环境，以适应不同的使用需求，例如在Jupyter Notebook环境中通过交互式IDE来展示模块化程序的运行结果。
- 2. **集成高效求解器**：平台内置了MindOpt团队研发的多种业界领先的运筹优化软件，包括建模语言和优化求解器，并集成了部分开源的优化求解器，供建模语言调用，能够支持求解线性规划、整数规划、非线性规划等多种优化问题，可针对多种问题场景进行调用。
- 3. **高可扩展性**：平台支持Python环境，对于Python生态下常用的库，例如Numpy、Scipy等原生支持，并支持安装第三方Python工具包。
- 4. **便捷性与即时性**：云环境免除了本地配置的复杂性，学生无需安装任何软件，只需通过「阿里云账号」登录即可随时随地访问，立即开始学习和实践，大大降低了入门门槛。
- 5. **可扩展计算资源**：云平台背后所依赖的云计算资源可便捷地进行扩容，以支持不同规模的教学要求，也可为教师的科研环节提供大量计算和测试资源。

1.3. 功能展示

1) MindOpt Studio 云平台中可以直接使用MindOpt APL、MindOpt Solver等工具，以及Python。编程简单易操作，可在 Notebook 中快速完成数据处理，优化求解，结果输出等操作。拥有大量案例，可依据求解需要直接将数据代入对应模型中求解。

- Notebook 示例如下，方便建模代码编写与工具调用：



- 案例库中提供丰富模型示例，快速完成模型导入：

标签

重置

问题标签 模型类型 展开

线性规划

混合整数线性规划

非线性规划

二次规划

半正定规划

二阶锥规划SOCP

混合整数非线性规划

多目标规划

连续变量

整数变量

0-1变量

线性约束

行业标签 问题类型 展开

零售

广告与营销

金融服务

电力与公用事业

能源

企业办公

地产园区

工业

制造业

包装消费品

交通物流

汽车

半导体

机器人

案例项目

请输入项目名称

组合优化问题：背包问题

混合整数线性规划 0-1变量 交通物流

点击即可使用

组合优化 (Combinatorial Optimization, CO) 数学优化研究的一个分支，有多种方法可以计算。本案例以一个简单的背包问题为例，来讲解采用数学规划的方法来解决

2024-04-07 17:04:13更新 255 9 yoyo

具体优化问题分类，如背包问题，TSP问题，网络流问题

人员排班问题：小美的春节相亲大计划

混合整数线性规划 旅游与服务行业

小美春节要相亲，她该如何安排见面时间？满足必要条件的同时提高相亲质量，让她的春节相亲之旅既有意义又有乐趣。😄😄😄

2024-02-29 16:04:40更新 517 19 yoyo

组合优化问题：装箱问题

- 支持csv数据直接读入：

组合优化问题：背包问题 复制项目

文档 规格 CN 交流反馈

文件 编辑 查看 运行 内核 标签页 设置 帮助

Filter files by name

Name	Last Modified
bags.csv	a minute ago
items-1.csv	a minute ago
items-10.csv	a minute ago
items-2.csv	a minute ago
items-3.csv	a minute ago
items-4.csv	a minute ago
items-5.csv	a minute ago
items-6.csv	a minute ago
items-7.csv	a minute ago
items-8.csv	a minute ago
items-9.csv	a minute ago

Launcher

README.ipynb

Markdown

MAPL v2.4.0

```
## 导入数据-----
print "导入数据-----";

param fileDir = "data/";

# 物品数据
param ItemsFilename = "items-1.csv"; # 710份数据，名字分别是 items-1.csv, items-2.csv,...
set Items = {read fileDir+ItemsFilename as "<1n>" skip 1}; # 读取货物序号
param ItemWeight[Items] = read fileDir+ItemsFilename as "<1n> 2n" skip 1; # 读取物品的重量，单位克g
param ItemSize[Items] = read fileDir+ItemsFilename as "<1n> 3n" skip 1; # 读取物品的尺寸，单位立方厘米cm^3
param ItemValue[Items] = read fileDir+ItemsFilename as "<1n> 4n" skip 1; # 读取物品的价值，有正有负

print "数据: {}"%ItemsFilename;
print "- 总共有{}个可选择物品，总重量{}g，总体积{}cm^3，总价值{}，其中正价值总和{}，负价值总和{}"
% card(Items),
sum(i in Items) ItemWeight[i],
sum(i in Items) ItemSize[i],
sum(i in Items) ItemValue[i],
sum(i in Items with ItemValue[i] > 0 } ItemValue[i],
sum(i in Items with ItemValue[i] <= 0 } ItemValue[i];

# 背包数据
param BagsFilename = "bags.csv";
set Bags = {read fileDir+BagsFilename as "<1n>" skip 1}; # 读取货物序号
param BagWeightCapacity[Bags] = read fileDir+BagsFilename as "<1n> 2n" skip 1; # 读取包的重量承重，单位克g
param BagSizeCapacity[Bags] = read fileDir+BagsFilename as "<1n> 3n" skip 1; # 读取包的体积容量，单位立方厘米cm^3

print "- 总共有{}个可选择物品，承重上限{}g，容积上限{}cm^3"
% card(Bags),
sum(b in Bags) BagWeightCapacity[b],
sum(b in Bags) BagSizeCapacity[b];
```

2) MindOpt APL可通过Python调用，求解结果可与Python交互，方便求解结果加工与输出。具体示例如下：

4

```

62 # 读入MAPL建模语言
63 m.eval(model_str_param + para_str + model_str_main)
64
65
66 # 设置求解器路径和参数
67 m.option("solver_path", os.path.join(os.environ["MINDOPT_HOME"], "linux64-x86/bin"))
68 m.option("solver", "mindopt")
69 m.option("solver_options", "print=0")
70 # m.option("solver_output", "0")
71 m.solve()
72
73
74 # 从模型中读取目标函数
75 obj = m.getObjective("TotalDistance")
76
77 # 提取目标函数值作为最短路取值
78 dist_matrix[node - 1][neighbor - 1] = obj.value
79 dist_matrix[neighbor - 1][node - 1] = obj.value
80
81
82 # 添加模型
83 m.eval(param_str + model_str)
84 # 添加求解器与对应参数
85 m.option("solver_path", os.path.join(os.environ["MINDOPT_HOME"], "linux64-x86/bin"))
86 m.option("solver", "mindopt")
87 # m.option("solver_options", "print=0")
88 m.solve()
89
90 # 提取变量结果并输出, 变量的index为城市名称, 变量的值为访问顺序
91 var_u = m.getVariable("u")
92 node_sequence = [0 for _ in range(num_City)]
93 for var in var_u:
94     idx = int(var.value)
95     node_sequence[idx] = var.index[0]
96
97 # 读入节点数据获得节点名称
98 df1 = pd.read_csv("./data/region_data.csv")
99 name_list = df1['位号'].values.tolist()
100 # 将输出数据存储于results列表中
101 results = [[idx + 1, node_sequence[idx], name_list[node_sequence[idx] - 1]] for idx in range(num_City)]
102 # 将结果列表转换为DataFrame
103 df = pd.DataFrame(results, columns=["index", "node", "name"])
104 # 将DataFrame写入CSV文件
105 df.to_csv('./data/Node_sequence.csv', index=False)

```

3) 支持的优化问题类型广泛, 通过代数建模语言建模时简洁高效, 可求解问题类型具体如下:

线上版（免费）	线下版（最新版）
<p>V1.0 版本：</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 线性规划LP、网络流 ✓ 混合整数线性规划MILP ✓ 非线性规划：凸二次规划QP、半定规划SDP ✓ 辅助功能：LP和MILP的约束不可行性分析IIS ✓ 支持Callback、SOS 	<p>V1.x 版本：</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 线性规划LP、网络流 ✓ 混合整数线性规划MILP ✓ 非线性规划：凸二次规划QP、半定规划SDP ✓ 辅助功能：LP和MILP的约束不可行性分析IIS ✓ 支持callback、SOS约束 ✓ 更新的功能提前用 ✓ 算法性能更优 ✓ 支持场景定制调优的优化求解软件包
<p>直接使用：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 下载完整版安装包 • 也可pip install mindoptpy • 访问云平台来使用 	<p>联系我们：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 钉钉群号：32451444 • 邮箱：solver.damo@list.alibaba-inc.com

CSDN @MindOpt_003

1.4. 使用平台准备工作

要使用MindOpt平台只需要注册阿里云账号，即可登录 MindOpt Studio。当前面向教学和科研场景，我们为每位用户提供了4c8g的免费计算资源，通过这些计算资源，用户可以在平台中运行现有的案例，也支持创建自己的项目和案例。对于计算资源有更多诉求的用户，我们也提供了付费扩容服务。

二、排产排程问题介绍

排产排程问题，广泛存在于制造业、服务业、物流业等多个行业领域，是企业运营管理中的核心挑战之一。它涉及如何在有限的资源（如生产设备、人员、时间等）约束下，合理安排生产任务或服务活动的时间顺序与资源分配，以达到最大化效率、降低成本、缩短交货期、提升顾客满意度等管理目标。排产排程的优化不仅能直接提高企业的运营效率和盈利能力，还能增强企业的市场响应速度和竞争力。随着业务环境的日益复杂和多变，以及对个性化需求的增加，高效、智能的排产排程解决方案显得尤为重

要，成为现代企业管理中不可或缺的一部分。因此，研究和应用先进的排产排程理论与技术，对于提升企业乃至整个供应链的管理水平具有重大意义。

MindOpt团队准备了关于排产排程问题的在线案例，通过如下链接即可进入案例：

- <https://opt.aliyun.com/example/IZ7riuVFFFji>

用户也可以进入MindOpt主页 (<https://opt.aliyun.com/portal>) 后，在案例广场中搜索“排产排程”。