

运筹学专业研究生创新能力的培养

王 刚, 王宜举

曲阜师范大学, 管理学院, 山东 日照
Email: wgglij1977@163.com

收稿日期: 2021年7月30日; 录用日期: 2021年8月25日; 发布日期: 2021年9月2日

摘 要

运筹学是一门数学理论与实践结合的应用型学科。本文通过揭示运筹学专业研究生在“如何学习”、“如何选题”、“如何研究”和“如何应用”等方面呈现出来的问题,我们总结出了“深”、“新”、“磨”和“灵”四字诀窍。通过上述具体化的研究方法,从而在一定程度上提高研究生的创新能力和学术水平。

关键词

运筹学, 创新能力, “深、新、磨、灵”

Cultivation of Innovative Ability of Graduate Students Majoring in Operational Research

Gang Wang, Yiju Wang

School of Management, Qufu Normal University, Rizhao City Shandong
Email: wgglij1977@163.com

Received: Jul. 30th, 2021; accepted: Aug. 25th, 2021; published: Sep. 2nd, 2021

Abstract

Operations research is an applied subject combining mathematical theory with practice. By revealing the problems of graduate students majoring in operations research in “how to learn”, “how to select topics”, “how to research” and “how to apply”, we summarize the four words know-how of “Intensity”, “Novelty”, “Delving” and “Flexibility”. Based on the above specific research methods, we improve the innovation ability and academic level of graduate students to a certain extent.

Keywords

Operations Research, Innovation Ability, "Intensity, Novelty, Delving, Flexibility"

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

研究生教育肩负着高层次人才培养和创新创造的重要使命,是国家发展、社会进步的重要基石,是应对全球人才竞争的基础布局。为了推动研究生教学改革,促进研究生德智体美劳全面发展,切实提升研究生教育支撑引领经济社会发展能力,教育部在2020年提出了“关于加快新时代研究生教育发展的意见”,要求聚焦数理化、文史哲等基础学科,以强化原始创新能力为导向,实施高层次人才培养专项。不同的学者从研究生创新能力的培养和学术水平的提高进行了论述,提出建立良好师生关系及学术环境等可行方案[1][2][3][4]。针对运筹学方向的专业核心课程《最优化理论与方法》,文献[5][6]给出了课程改革的实施的方案。考虑到运筹学专业有自己的特点,如实际与理论的紧密结合,我们总结在运筹学专业研究生培养过程中出现的“如何学习、如何选题、如何做研究、如何实际应用”等方面问题,对症下药总结出了“深、新、磨、灵”四字诀窍,通过上述具体化的研究方法,从而在一定程度上提高研究生的创新能力和学术水平。

2. 阶段性的培养方案

研究生在面对繁重的学习、科研任务时,不能合理处理学习和科研的关系,甚至部分学生不清楚科研的基本方法,这些都不利于研究生的学术成长。在实际研究生教学中,我们将针对运筹学专业的特点,将研究生的培养过程分成四个阶段,使得不同年级的研究生有不同的培养重点,现总结如下。

2.1. 学习“深”入,将基础夯实压“深”

“深”就是要求学生在学习专业知识时,要勤于思考,不断探索,夯实基础。在运筹学专业的一年级研究生的培养过程中,同学们要学习《凸分析》和《最优化理论》等数学理论课程,其中有的地方晦涩难懂,这就需要同学们无论在任何时候、任何场合都要积极去探索。在日常生活中,我们可以将很多问题总结为如下无约束优化问题[7]:

$$\min_{x \in \mathbb{R}^n} f(x)$$

为了解决这个问题,我们引导研究生学习《最优化理论》课程中的最速下降算法,其思想是利用目标函数的线性逼近得到的,也就是说,最速下降方向 d_k 是如下问题的最优解:

$$\min \{ f(x_k) + d^T \nabla f(x_k) \mid \|d\| \leq 1 \}$$

自然地, $d = -\nabla f(x_k)$ 会使得上述问题的解最小。因此形成了下面的算法迭代格式:

$$\begin{aligned} d &= -\nabla f(x_k) \\ x_{k+1} &= x_k + \alpha_k d_k, \end{aligned}$$

其中 d_k 表示下降方向, α_k 表示迭代的步长。这里我们只讨论下降方向的形成,不涉及步长的选取。通过

分析可以知道此算法计算简单, 存储量小等优点。但是最优步长条件下, 很多的数值实验表明: 相邻两次迭代过程的前进方向是相互垂直的, 使得目标下降较慢。对于上述优化问题, 是否能够利用算法的上次下降方向, 给出其他的梯度下降方向, 使得算法加速下降, 从而更快地收敛到算法的最小值? 这就需要引导研究生进行深入思考, 从而给出下面的 Nesterov 加速下降梯度算法格式[8]:

$$\begin{aligned}d_k &= -\gamma d_{k-1} - \eta \nabla f(x_k - \gamma d_{k-1}) \\x_{k+1} &= x_k + \alpha_k d_k,\end{aligned}$$

其中 γ, η 为两个根据实际问题的参数, γ 一般去做 0.9 左右。Nesterov 加速梯度法是一种能给予梯度项预测功能的方法, 不仅利用当前迭代点的梯度信息, 还提前利用上一个下降方向的信息, 并能在某种程度给予修正。通过上述两种方法的对比使得研究生能够不畏困难更加深入学习知识, 不断更新自己知识体系。

2.2. 选题“新”, 专注于焦点问题

“新”就是要求学生要善于深入分析学术界现有的理论观点以及背后的理论支撑, 结合现实问题, 研究“新”的焦点问题。近年来, 国家不断强调基础学科教育, 特别是由于数学学科的广泛应用, 成为了关注的重点, 为此国家成立多个数学研究中心。运筹学作为一门数学理论与实际应用相结合的学科, 在数据快速准确处理中发挥着重要作用。不管是 5G 通讯技术, 还是大数据分析与应用领域, 人们需要根据实际的问题, 在资源有限的条件下, 建立相应的数学模型, 并设计优化算法, 进行快速的求解, 这就要激发二年级研究生利用运筹学科学方法与社会需要相结合, 进行科研学术的选题。例如, 人们接收到的信息数据复杂多变, 并且这些数据大多都以张量的形式表示, 三阶张量有彩色图片, 四阶张量有带时间序列的彩色图片, 即彩色视频等。为了更好地处理数据, 出现大量针对张量数据(三阶及以上)学习的算法, 支持张量机算法就是其中之一。支持张量机是主要针对张量数据学习的算法, 是支持向量机从向量空间到张量空间理论和方法的推导, 是一种“新”的处理数据的方向[9]。因为支持张量机的性质探索的不够完整, 所以就可以引导研究生从数学模型的建立, 优化模型的算法, 应用领域的展开等方面去引导学生进行选题和探索。众所周知, 在线学习是应用非常广的实时处理数据方式, 它对实时性要求非常高。由于在线数据的未知性, 数据到达的顺序和时间未知性, 也不可能将所有数据到达后进行批量学习。由于上述的批量学习, 既浪费时间又占用储存空间, 还缺乏数据的时效性, 故而需要将在线学习与支持张量机结合, 可以给出在线支持张量机算法, 在减少模型训练的时间和储存空间优势下, 快速地处理模型, 保证及时地处理数据, 给出相对满意的结果。

2.3. 勇于挑战, “磨”出新意

“磨”就是要求学生在确定了方向后, 要勇于挑战问题, 不怕失败, 最终将硬骨头啃下来。研究生在确定了研究专题后, 首先要阅读综述性文章, 深入分析学术界现有的理论观点, 思考此类理论的背后思想。然后, 查看此类理论描述问题是否完整及有待进一步修正和完善的地方, 对于书本的思想要追根溯源, 不断地追问。通过多种观点的对比和研究, 分析他们的优势和劣势, 更新自己的知识体系; 通过领悟不同理论的精神实质, 把已有知识内化为自己的知识体系, 更新自己对问题的认识, 并与当前的实际结合起来, 进而得出属于自己的见解。“磨”是一种螺旋上升的研究方法, 它带有一种怀疑的精神。作为一名研究生, 需要具备“磨”的精神, 对具体的问题要不停地追问, 此类结果是否利用问题的结构特征, 是否还有改进空间, 只有这样, 才能够去把握事物的本质, 得到更好的结果或者更快的算法; 反之, 如果研究生只是一味地去相信“权威”观点, 而没有一种怀疑的精神, 研究就会陷入前人的结论中而不能前进。具体讲, “磨”可以表述成以下两个方面: “磨”与专业相关的重要学术专著及经典论

文, 把握专著与论文的核心观点及其论证方式和论证过程, 学习并借鉴他人研究问题的方法, 吸取有技术价值的知识; 二是敢于怀疑学术界的相关领域的“流行”观点, 破开思想的桎梏, 从问题的本质和结构特点去进行研究。例如在梯度下降算法的研究中, 算法的收敛性都需要目标函数的导数是 Lipschitz 连续的, 即存在常数 L 使得下面的算式成立:

$$\|\nabla f(x) - \nabla f(y)\| \leq L\|x - y\|, \forall x, y \in R^n.$$

但是, 我们发现很多函数不是 Lipschitz 连续的也是收敛。所以, 我们就要突破经典的结论, 在 Holder 条件下, 即存在 $\tau \in (0, 1]$ 和 L 使得下面的算式成立:

$$\|\nabla f(x) - \nabla f(y)\| \leq L\|x - y\|^\tau, \forall x, y \in R^n,$$

算法也是收敛的。同时, 在学习了经典的著作后, 就要思考在大数据背景下, 怎么利用高维数据的结构特征, 去更新维数很高但可能稀疏的下降方向; 如何利用在线数据分布, 去更新在线的下降方向。上述问题的解决, 都不是一蹴而就的, 需要我们在总结前人结果的基础上不断地思考, 创造出属于自己的结果。

2.4. 结合实际“灵”活解决问题

“灵”指的是能够利用研究的结论, 灵活的应用到实际问题中, 做到理论与实践相结合。运筹学作为一门理论与应用相结合的学科, 通过研究所得到的理论都要实际问题结合起来, 解决现实问题, 提高工作效率。在 5G 通讯中建设中的, 通讯基站建设非常重要, 一般情况下, 越多的基站, 可以使得通讯质量越好, 但是建设每个通讯基站都要昂贵的花费。因此, 我们就需要在保证一定通讯质量的条件下, 根据实际地形特征, 合理的建设选择基站的位置。因此, 对于三年级研究生, 导师们利用假期组织他们进行社会调研, 让他们接触社会, 并且利用所学知识对社会中出现的问题进行分析, 最终从科学的角度阐述某些社会的现象存在的根源。在解决实际问题过程中, 必须让研究生学会仔细观察, 遇到与模型不符的地方, 不要拘泥于书本的理论, 提倡研究生从实际问题出发, 大胆地进行猜想, 探讨问题解决的可能性。例如我们可以支持张量机的研究的结果, 我们可以将其用在文本分类问题中。文本分类主要是根据待分类数据的关键特征进行匹配, 根据评价标准给出最优的匹配结果, 从而完成分类。文本数据具有多样性的特点, 一般包括汉字、英文字母、拼音符号、数字符号等, 有时表达是模糊的。所以这时就要基于数据的特点, 建立精确(模糊)支持张量机的学习框架, 设计分类标准, 再选取适合的支持张量机算法, 如交替投影的支持张量机算法, 应用于文本分类。

培养研究生“深、新、磨、灵”的方法之间不是彼此割裂的, 而是相互促进、相互制约, 它们之间的互动构成了一个完整的学术实践过程。只有研究生专业基础打“深”, 遇到问题才能“灵”活应用, 找到更好地解决方法。只有研究生与时俱进, 研究“新”的问题, 才能将“深”的基础发挥, 不断取得突破。只有研究生不断进行“磨”, 集中时间反复思考问题, 才能“深”入研究, 得到令人满意的结果。通过“灵”活将课本知识与现实问题相结合, 才使得“深”入学习有意义, “磨”得有价值。

3. “深、新、磨、灵”培养方案下的师生关系

上述研究生培养方案的执行必须是在导师和研究生具有良好的师生关系中进行的, 导师与研究生以建设“亦师亦友型”师生关系为目标, 以互敬互爱为行动准则。

3.1. 导师细心指导, 关爱学生

在研究生的培养过程中, 导师要全面关心研究生的成长和发展, 多于学生进行语言方面的交流。所以, 导师要注意研究生在“深”阶段遇到学术方面的困难; 在“新”阶段遇到的困惑; 在“磨”阶段遇

到的挫折;在“灵”阶段遇到的考验,要通过精神鼓励和一定物质奖励的方式帮助研究生走出学术和生活方面的磨砺,让其在广阔的学术领域中自由地去探索。同时,导师要在各方面严格要求自己,做到真正的“身高为师,身正为范,春风化雨,润物无声”。

3.2. 学生尊敬导师,接受老师建议

在学习及科研过程中,研究生自己也要主动与导师进行沟通和交流,遇到“深”的知识点主动思考,与导师交流,加深理解。在选择研究方向时,与导师讨论,勇于进行“新”尝试。在推导文章时,遇到困哪,与导师汇报困难在哪里,讨论解决问题的可能性,“磨”出解决问题的方案。在现实应用时,多观察,进行“灵”活应用,请导师指出不足。同时,学生也要勇于突破,不断提高自己的学术水平,做到“师不必贤于弟子,弟子不必不如师”。

最后,在实际研究生培养过程中,“深、新、磨、灵”培养方式,可能遇到种种问题,但是只要研究生与导师能够处理好它们之间的关系,很好地把它们落实到研究生打基础、选课题、做研究与实际应用的学术实践活动中,相信对研究生的学术成长具有良好的推进作用。

基金项目

由山东省研究生优质课程及教改项目(项目编号:SDYKC20109,SDYJG19184)资助。

参考文献

- [1] 谭寨璐. 关注研究生学术成长[J]. 学位与研究生教育, 2008(10): 44-46.
- [2] 雷兵, 魏立安, 黄宗升, 胡春生. 研究生科研创新能力自我培养和提高的途径探讨[J]. 高等教育研究学报, 2009, 32(3): 85-86.
- [3] 李莉, 雷涯邻, 吴三忙, 闫丹. 研究生学术成长过程研究[J]. 学理论, 2016(2): 192-194.
- [4] 张勇, 方东辉. 研究生创新能力培养的探索与实践——以吉首大学数学研究生培养为例[J]. 创新创业理论研究与实践, 2020, 3(18): 140-142.
- [5] 王文静, 王福胜. 高师院校《最优化理论与方法》课程教学改革[J]. 教育现代化, 2013, 33(13): 54-56.
- [6] 王刚, 王宜举. 《最优化理论与方法》课程教学改革与实践[J]. 教育进展, 2020, 10(6): 1001-1001.
- [7] 王宜举, 修乃华. 非线性最优化理论与方法[M]. 第3版. 北京: 科学出版社, 2019.
- [8] Nesterov, Y. (1983) A Method for Solving the Convex Programming Problem with Convergence Rate $O(1/k^2)$. *Soviet Mathematics Doklady*, **269**, 543-547.
- [9] 麻安鹏, 王君, 杜金星, 杨本娟. 支持张量机算法优化研究综述[J]. 智能计算机与应用, 2020(10): 174-176, 179.