

订阅DeepL Pro以编辑此演示文稿。  
访问[www.DeepL.com/pro](https://www.deepl.com/pro?cta=edit-document)，了解更多信息。

有人吗？ 喂？ 不，我只是问问 我知道 这有什么问题吗？ 好吧 现在 Okay. Now. 好的 - 嗨 - Yes. 嗨 下午好 Hi. Hi. Good afternoon. 今天还好吗？ 我想你有点累了 可能是有点 怕有三个小时 好吧，我保证给你两次休息时间 你累了就告诉我 15分钟后 也许休息15分钟 再休息15分钟 还有剩下的部分 好的，你们告诉我 我们累了 好吗？ 我们想走了 显然，厕所和水， 类似的东西。 总之，我有三点意见。 一个意见是第三个意见是关于个人课业的。 我们将讨论这个问题。 第一点是关于下周的。 根据我们的日程安排，下周是 首先，我不知道你们是否注意到，我没有改变每堂课的时间长度。 这次讲座从一开始就安排了三个小时。 好吧，我只是想让你知道，我什么都没改。 一般来说，如果我想改动什么，我会提前通知大家。 但不管怎么说，这是一件事。 这其实是零。 好的，关于下一堂课，根据我们的日程安排，下一堂课将专门进行案例研究。 上周五，我们在辅导课上开始了案例研究。 我不知道你们是否都在场，所以我的想法是利用 51 小时作为案例研究的后续，因为我想我们没有时间进行适当的分析。 我想向你们展示如何提供一个好的或更全面的分析。 好的，案例分析。 这对你的生活、项目或其他方面都会很有帮助。 好的。 比如，如何撰写一份漂亮的报告，在运行实例和实验时重点关注哪里，测试什么，与计算实验相关的研究问题，等等。 我想我们可以在一小时内完成这些工作，因为我们知道问题所在，我们称之为 "充电"。 所以请带上你们的笔记本电脑。 你们有一个小时的时间。 剩下的一个小时，我想再次进行项目咨询。 你们有 50 分钟的时间。 有些小组可能会遇到一些问题。 如果你们想进行项目磋商，把你们的人都召集到这里也很好。 如果你没有问题，如果你不想给我看任何东西，这显然不是强制性的。 但如果你们已经有了一些东西，这是一个很好的机会让你们向我展示你们的模型。 精确的模型。 因为在这一点上，我知道你们讨论了几个想法。 大多数想法我都能接受。 有些想法 我还是有点不明白，但我很确定你们会先和你们的小组讨论。 但无论如何，你们至少有一周的时间向我展示数学优化方案，因为如果我没有看到你们想提出的数学优化方案，我最终还是很难理解你们的想法。 所以，对于几个不同的小组，我的建议是，好吧，我不反对这个想法，但要试着模拟这个问题。 先试着表现你的决策问题。 甚至尝试编码。 非常简单，一个非常简单的例子或说明性玩具，以确保事情是对的。 所以，如果你们至少能给我带来模型，并最终给我带来一些关于结果的直觉，在结果、数据收集或生成数据等方面的预期。 我的反馈肯定会更有用。 好的。 这对你们帮助很大。 这就是我下周的计划。 清楚了吗？ 除非你们有非常反对这个想法的意见。 如果是这样的话，请告诉我。 好的。 好的，除此之外，我想我们还有案例研究的后续工作。 请大家试着分析一下。 首先，当我们意识到分配不公平时，我们可以从该模型中的公平理念入手。 我不知道你是否还记得这次讨论，但是是的，请尝试提出一些我们可以讨论的东西。 是的，这是一点，对吗？ 第二点，不是下周，而是后一周，我们的演讲嘉宾将亲临现场。 这位演讲嘉宾来自伦敦。 他在一家优化数学编程咨询公司工作。 这就是我请他从伦敦来的原因。 我想这将会非常有趣，因为他不是学者。 我的意思是，有时很难说服你们，说明性优化、数学编程很酷。 即使你参加过亚马逊的研讨会，你也会意识到亚马逊在数学编程、机器学习等方面所做的一切都太疯狂了。 但现在，我们有一个来自咨询公司的人在负责几个不同的项目，这个人显然与亚马逊非常不同，因为亚马逊有这样一个科学家团队。 因此，亚马逊和大多数人一样，每个从事优化工作的人都至少拥有这方面的博士或硕士学位。 咨询公司则有点不同。 有时，你不需要硕士学位，甚至不需要书包，就可以负责一些优化项目。 因此，我认为这将给你们提供一个不同的想法或不同的视角，让你们了解如何实施相关项目。 数学编程。 好的，你们两周后到。 我真心希望你们能来。 还有什么？ 下周。 周四我们也有一个规范分析的研讨会 这不是针对这门课程的，而是针对整个商学院的。 但我想向你们发出邀请的是我在法国最亲密的合作者之一。 他现在在德国，但他是巴西的教授。 但现在他在德国维也纳休假。 他研究车辆路线问题。 因此，如果你的团队基本上都在研究车辆行驶路线的共享单车方案，这将是一个非常好、非常有趣的应用。 他的研讨会将于下周四举行。 下午两点 第五报告厅 我对第五报告厅不是很有信心 但没错，我确实会发布公告 我只是发出邀请 所以当我们收到这些通知时 你会觉得那是什么？ 我不知道，那是什么？ 显然不是强制性的。 我只是发出邀请。 研讨会会举行的。 好的 对于整个商学院来说。 但无论如何，如果你想了解更多，欢迎加入。 他是个学者，所以讲座可能会更学术一些。 这对你们也有好处。 最后一件事很明显。 最后但并非最不重要的一点是关于个人课业。 正如我在第一讲中所说，什么是个人课业？ 我们没有考试。 所以课业，课业就像是一个很小的项目，你可以去做。 显然，你不需要八个小时。 这是在科维德开始的 好的 理论上，这个项目最多需要三四个小时就能完成。 但因为有了 Covid，我们开始变得更加灵活，因为一切都变得更加灵活了。 我之所以坚持这样做，是因为我意识到这对你们来说也是一个在考试期间学习的好机会。 显然，这并不理想。 最理想的情况是，你们在课程作业之前学习，但无论如何，我理解这一点。 但无论如何，个人作业基本上应反映所有课程内容。 这一点我在第一次授课时就讲得很清楚。 这就是为什么我们要讨论这么多不同的主题，主要集中在使用线性规划建立模型上。 使用整数编程时，我们会改变模块，改变目标函数。 当可行、不可行时，我会提出很多关于可行性的问题，诸如此类。 因此，你可以在个人作业中期待同样类型的问题和讨论。 我不知道一般会有多少个问题。 一般不会超过五个问题。 一般来说，有一年的 4 到 5 题是 10 道题，但 10 道题更简单明了。 例如，解决这个问题。 这一类的问题 但是，是的，我已经不做这种类型的问题了，因为它是真实的，直截了当的。 这对我评估你从这门课程中掌握了多少知识没有太大帮助。 所以，我们现在的问题是课程内容和小组项目之间的属性。 我可以就项目提出什么类型的问题呢？ 显然，我不会对你们的项目提出特别的问题，因为这些问题对我来说是不可能的。 我需要你们提出 12 个问题。 我不知道我们有多少个小组，也不知道有多少个项目。 总之，这对我来说显然是不可行的。 对你们来说也不可行。 往年有两类问题，今年不一样。 一个问题是，这是你的决策问题吗？ 当你说你的决策问题时，你在小组项目中研究的决策问题被陈述了 100 个字，就像，你知道，它就像一个桃子。 你的决策问题是什么？ 处理这个决策问题的重要性，并说明利益相关者和整体决策者能在多大程度上受益于你的模型所提供的解决方案。 理论上，你应该能在五分钟内回答这些问题。 如果你真的帮助小组建立和分析了模型，那么后续问题就会迎刃而解。 数学模型与您的决策问题有关。 因此，你必须说明你必须定义指数参数。 你知道，结构化的决策变量、目标函数约束条件。 你应该能够再次解释你正在接受的评估。 所以，你设置了一个约束条件，但这个约束条件并不是逻辑约束条件。 那是什么？ 我知道他是逻辑约束，但我只是要求你们确保知道什么是逻辑约束，或者哦，这是保护流约束。 我知道什么是保护流约束，但你们知道吗？ 所以，你们应该能够做到，因为没有最终的秘诀来解释多少字、多少内容。 应该很清楚。 解释应该到位。 因为同样的，你可以参考讲义中的任何材料。 所以，尽量写出好的答案。 尽量解释清楚。 考虑到篇幅有限，欧盟肯定会给你更多的篇幅。 再说一遍，我知道每年都应该抱怨个人的长度。 课程工作是非常有限的。 你们还好吗？ 这是非常有限的。 相信我。 如果我把例如，500字的整体，因为它是可行的500字。 所以不要抱怨长度，因为我不会改变长度。 不，也不要给我发电子邮件，说我能再提供两页纸吗？ 不可以。 我只是在期待，因为每年都是一样的。 相信我，如果你知道一些东西，如果你知道概念，如果你知道模型，如果你知道解释，你应该能够总结出你的主要观点。 我们知道你知道。 所以不要相信我。 那就相信我吧 对不起 相信我，这是可以做到的。 所以这类问题在期末作业中非常常见 所有数学模型都有假设 它们有局限性 你必须做出假设 才能建立数学模型 没错 所以在这道题中，我问你能不能放弃你的模型中的一个主要假设，放弃这个假设或放弃或尝试克服你的模型的主要局限性。 提出一个新的模型来解决这个假设。 这是一个非常非常常见的问题。 好吧，这取决于你们自己。 但我的问题只是一个设施定位问题。 我假设我不知道，所有客户的需求必须 100% 匹配。 这是一种假设。 不同的假设是什么？ 现在呢？ 假设是客户。 例如，他们可以在任何覆盖水平上得到满足。 因此，你可以提出一个部分覆盖模型，在这个模型中，你可以引入，例如，不匹配的决策变量。 你必须对其进行惩罚，这非常、非常、非常简单。 国税局的人应该做的一切，相信我，100%都是我们在这里讨论过的。 所以，如果你想的话，可以补上课程资料，补上视频，或者其他什么的。 这一点非常重要，因为在 48 小时内，假设你从来没有赶上光。 这是可行的。 我知道你有自己的事情要处理，但我强烈建议你开始学习，如果你还没有开始学习，要在 48 小时内看完教材是不可能的，因为你有 6 个小时。 就课程内容而言，你有五套、五套、六套幻灯片，尽管有些幻灯片只有 2030 页长，但内容很多。 有时还有链接。 它们就像是附带的材料和章节。 再说一遍，我不是疯子。 我很通情达理。 好吧，我不会要求你们解释我从未提及的细节。 我不会这么做。 我的想法并不是要让你们觉得我是个疯子。 这不是一个非常、非常、非常公平的评估。 如果你了解教材，那就没问题。 平均而言，很明显你会在一些细小的事情上挣扎。 但总的来说，如果你学会了如何建模，如何表示一些东西，相信我，期末作业将是我们学习的主要问题的组合。 例如，显然会有一些关于交通问题的内容，因为我们提到过交通问题。 提到过多少次？ 48 次。 如果我的数学没问题的话，差不多六周内就有 48 次。 我提到了运输问题，可能是主要的运输问题，可能是全部的运输问题。 没错。 所以很明显，运输问题会存在。 怎么解决？ 我不知道，也许是讨论，也许是交通问题的延伸，一个更好的交通问题。 所以我们必须把运输问题和生产计划问题结合起来。 所以运输问题我们已经设置好了，只是给你一个问题而已。 就在那儿 你需要知道的我都记住了 不，你不需要记住。 你需要知道，因为建立模型是不行的。 我在看，你最终会复制。 我的问题很具体。 所以你真的需要知道如何提出二元问题，如何提出守恒流约束。 基本的人都讨论好了。 基础知识 这是基于今天的讲座。 今天的讲座是关于求解方法的。 那么，你能概述一下 LP 求解方法和 MIP 求解方法吗？ 显然会有一些，但我们不会给出所有细节。 我不是在这里要求你们这样做。 请用单纯形法手工解决这个问题。 我不会这么做。 为什么？ 因为我没有解释。 好吧，就这么简单。 另一方面，我可以让你们解决一个给定的问题。 你们想怎么解就怎么解。 你想用 Gum's sex Excel 求解器。 我可以在期末作业中要求你们。 那么，是帮助你们分析影子价格，分析对偶变量，还是提供这个问题的对偶。 如果我要求对偶可能是运输问题。 为什么？ 因为我们做了对偶 好吧，这一点我说得很有道理。 好了，伙计们，你们应该好好学习一下教材 因为它对你们很有帮助 相信我 这对你们建立自己的项目，学会在未来使用一些工具很有帮助。 如果你们做好了准备，如果你们知道自己至少有 30. 3540. 我开玩笑的，至少 好吧，你今天这么认真 我的天啊 开个玩笑 你至少有5060个 学生平均有58个左右 过去几年都在58到62之间 因为，同样的，人们忽略了一点 因为它是48小时。 我能学会。 你可以在 48 小时内学会一些东西，但你不可能在 48 小时内学会所有的课程材料，从而能够复制。 我甚至不是说要有自己的想法来复制东西。 最终，我想观察你是否能有一个好的想法，但这最终是没有问题的。 这并不是考试的全部依据。 很明显，你还想问你一些关于个人课业的问题。 就是现在 不，这是明确的。 是的 再说一遍 我没说考试的具体内容 你会专注于 第一部分 第二部分 但我还是想问一下关于小组项目的问题 But again, some question about the group project. 是的 一般来说，去这个问题。 对你的 是决策问题还是你在小组项目建议书中提出的数学模型的扩展。 我的扩展非常简单。 你是否分析了你的问题？ 如果你批判性地分析了你在小组项目中提出的建议，如果你了解什么是扩展，如果你能很好地证明和激励，即使这是一个非常简单的事情，这就是主要的想法。 如果你提出了一些疯狂的建议，却没有提出任何理由，我可能会打几分折扣。 因为管理者并不是要你提出一些非常疯狂的东西，而我是。 我怀疑你是否真的是自己做的。 因为他没有在小组项目中突然提出疯狂的想法。 有一个疯狂的稳健优化模型。 所以，这并不是说要提出疯狂而复杂的东西。 而是要确保你知道如何解释事物，如何激励事物，如何证明事物的合理性。 很好 很好 很好 抱歉，我刚说了一个困惑 第一部分是反思 项目 不，我不喜欢 "反思 "这个词，因为对于人文科学来说，"反思 "是一种定性的东西。 你说话，说话，说话。 不，不是这样的。 就项目而言，它是有基础的。 我不知道有多少个问题，也许一个，也许两个，也许一个问题有几个部分。 这是我的考题的一般情况下的一个项目 A B C D E. 首先解释一下要解决的问题 3 建议改变一下约束条件 4 5. 再次运行模型五。 再次解释结果。 诸如此类。 关于小组项目，又是与。 有定性的部分，这显然是指那些解释你做了什么的人。 但定量部分要记住，这是最重要的部分。 小组项目是一门定量课程。 你应该能够严谨地用数学术语来定义和表述。 够了 好了 继续 如果？ 不适用于我们的项目。 什么意思？ 举个例子。 约束类型。 我知道这些问题很笼统。 所有问题都是 100% 针对你们的小组项目的。 别担心，这是不可能的。 你知道日期吗？ 他们是不正确的。 我问他们是怎么想的，有什么不对，因为从理论上讲，我。 今天他们没有标记，因为我忘了我的标记。 对不起。 所以，伙计们，这不是一个党。 我错过了你在这里。 理论上来说，我的课程截止日期 个人作业的截止日期是12月7日 不，所以你会。 我们列出来了 12月5日，显然是8小时。 那么 对 还有数学 对 Right. - Yes. 是的 Yeah. 所以，你会被释放 和最后期限。 我要求希瑟在1点放学 因为今天是周二 所以它就像在课堂上。 所以我们有两个小时在这里。 两个小时 我想说理论考试的80%你应该能做到 如果你了解课程内容 还有20%你可以在剩下的36 46小时内完成 但截止日期是 好的 这是最后期限 小组项目 这也不对 因为你记得我告诉过你们 那么研讨会是什么时候？ 什么时候开研讨会？ 这就是研讨会。 记得吗，我跟你们说过，研讨会的目的是，你们提供反馈意见，因为你们有一切，你们有模型结果，讨论的一切，如果要进一步提交，你们有时间考虑我的反馈意见。 因此，我想延长提交时间，显然没有必要。 你可以在29日提交，我想在学习的日期。 什么？ 上面说个人应于29日提交，团体应于。 哦，我的天啊 别让她改了 好吧，就这么定了 好吧，我只是说，这些都是。 这是不会改变的 但我想至少给你几天时间 我不需要你，但。 所以，我想你把最后期限。 十二月 这是一个星期一。 好吧，伙计们，再次。 但这是在星期一，这是考试的家伙。 这是对你。 你们可以在此之前提交 好的，你们可以在今天提交，或者两天后提交，三天后提交，四天后提交。 我可以持续到12月4日 好的 这只是给你一些时间，一些灵活性，如果你需要这种灵活性好吗。 否则，我可以维持 29 日。 但我认为这不合理。 好吧 你同意这些期限吗？ 没问题 好吧 我之前给希瑟发了封邮件 所以他们应该修改这个截止日期的所有权利。 好的 好了吗？ 有问题吗？ 没有，6040％， 60组和40。 我不记得了 我不记得了 抱歉 这可能是它描述的unlearning评估。 去吧 我不记得团购的确切工资了。 比例大吗？ 我不这么认为。 集团只有 30 人。 真的吗？ 不，我不确定。 为了确保安全，我选择了 DPS。 之后，你再去做 rp。 总之，如果你们看到不一致的地方，请偶尔发邮件给我。 是的，因为我不喂养学习。 我只是我只是把我的幻灯片。 我不知道发生了什么，但最终可能是我的错误。 但我不这么认为，因为一般来说，我都有个人作业。 个人课业的工资总是比较高。 所以我觉得个人和项目的工资是 6 比 40，我很确定。 不是这样的。 我以为是这样的 就是这样的 我以为会是这样 哦，不，不，我不能。 不行，不行 这是规定 这就是爱丁堡的规则 单个组件总是。 重量总是大于其他目的的团体项目。 据我所知，这是规定。 没错。 为了避免与你的麻烦，如果你的组， 因为这发生了很多在过去。 所以有时候，我的意思是，你是个好学生，但在小组项目方面发生了一些乱七八糟的事情，你明白我的意思吗？ 说到底，这并不能反映出你的问题，但个人因素是个人的。 你不能把责任推给任何人。 这就是主要理由。 但也许这种变化我不知道，伙计们，好吧。 不管怎样，我们开始吧。 好的，太棒了。 如果你们还有其他问题，请发邮件给我。 伙计们，今天我看到了他们的主要观点。 你们今天会很累。 但主要观点是 主要内容是介绍线性规划。 好的 线性规划方法的主要思想，好吧。 因为我们有不同的方法来解决线性规划问题。 但这些方法的主要原理、几何原理一般都非常非常相似。 整数编程方法介绍 我说的基本上是分支边界法，这是最著名的方法之一，至今仍在广泛使用。 你可以求解整数编程公式。 因此，我们将首先介绍一下如何用图形表示 LP。 好的。 我想，这几张幻灯片实际上是我放在第 2 或第 3 讲的额外材料，我不知道你们是否看过这些材料，因为这对你们了解给定数学优化模型的可行区域可能发生的情况很有意义。 好吧，如果它是无界的，如果它是不可行的，如果它是可行的，诸如此类。 因此，我们有这样一个标准优化模型。 我们想要最大化一个给定的函数，但要受到一个约束条件和决策变量 x 域的限制。所以，基本上我们有一种方法，一种特定的方法来表示这种数学优化方法，并找到它的最优解。 好吧，这很简单。 但问题是，这些方法可以应用于涉及两个决策变量和几个约束条件的问题。 更多的决策变量 即使是三个决策变量，也会有点困难，因为你必须在每个轴上表示一个决策变量。 因此，如果你有，比如 r2 中的 x 1 和 x 2，你可以很好地表示。 如果有三个决策变量，就需要 x、y 和 z。 这样就可以用 AR3 来表示可行区域了。 好的，空间。 这在可视化方面可能非常复杂。 如果有四个决策变量呢？ 你可以在 R4 中表示可行区域。 四维空间 你知道怎么做 不 我也不知道 没人知道 很明显 哦，你可以投射 是的，你可以投射。 你可以固定一个维度 然后投射其他三个维度 这还是可行的 那五六呢？ 很明显，我们有一个问题。 因此，图形信息或图形表示法的理念只是让我们了解如何找到最优解。 但我们肯定无法解决大规模的问题，大规模的问题，就像我们在过去的五、六周里一直在处理的那样。 我们需要一个求解器，商业求解器，或者你可以实现自己的方法。 很明显，这不是实现自己方法的课程。 这就是为什么我们要使用枪支提供的算法。 好吧，无论如何，在线性规划表示方面，我们有五个主要步骤。 首先，我们将通过线条来表示约束条件。 记住，我们是在求解 LP。 所以方程和不等式总是线性的。 所以它们是一条线。 它们不是多项式。 它们不是什么疯狂的东西。 之后，你必须找到可行区域，基本上就是每条直线或每个约束条件所提供区域的交点。 找到坐标或角点。 之后，我们就可以对每个坐标点进行评估。 最后我们就可以选择最优解了。 这就是主要的方面。 因此，我们这里有一个例子，一个非常简单的对象函数，受到三个约束条件的限制。 本例中的约束条件涉及 X1X2。 在这种情况下，这是一个下限。 看，这就是这个约束条件的一个非常简单的下限。 同样，这也是一个非常简单的下界。 基本上，我们有一个约束条件，两个下限，再加上这个域，基本上在这种情况下是完全多余的，因为我们知道 X1 和 X2 显然都大于零。 所以，首先要弄清楚我们的想法是什么。 我们的想法是用线条来表示这些约束条件。 要做到这一点非常简单。 我想你已经知道，我们要把这些约束条件转化为等式或方程。 所以 x 1 加 x 2 等于 7。 我们必须把这条直线表示出来。 你知道怎么做吧。 So for example x zero if x one is 0X2 and the same seven zero so zero seven and seven zero okay. 有了这两点，就可以画一条直线了。 反正这很简单。 所以，我们有了这条直线。 我知道这很傻，但没关系。 我们有这条直线 这条线很重要。 但现在我们要确定这条线的哪个区域对问题来说是可行的，好吗。 所以我们有了这条直线。 但你必须记住，约束条件实际上是 x1 加 x2 小于等于 7。 那么如何确定可行区域是在这条线的下方还是上方呢？ 如何做到这一点？ 如何做出这个决定。 好的 就是这样 所以你可以试试，比如我经常试的这个。 000000. 000000. - Yeah. 小于大。 所以，如果这是可行的 显然。 我们感兴趣的是所有的解决方案。 在线下 好吧 - 对 - All right. 好的 好极了 Great. 好极了 Perfect. 这是目前的黄色区域 现在我们有了 这条线 这条线指的是这个约束条件 x 大于等于 1。 道理是一样的。 哪个区域应该 向右还是向左。 完美。 最后这一条，第二个约束条件我不知道，应该是黄色的。 但不管怎样，还是这一条。 这条线 x2 大于 200 在这种情况下是不可行的。 所以我们说的是这个区域。 这个区域和这个区域 和这个三角形的交点 好极了 好极了 这就是可行区域 很简单 好吧 对不起 这是非常简单的。 但只是为了确保你知道， 所以这是可行的区域。 现在的主要思路是 我们有了可行区域 你有了可行区域 这就是所有的最优解。 几秒钟后，你就能看到一个非常漂亮的定理。 在线性规划中我们有这个定理，因为这里有一个凸区域。 如果这里有一个凸区域，并且一切都表现良好，那么这就是一个连续区域。 所以我们知道最优解将是 角点 好的 可行区域的极值点 所以只要找到角点就足够了 显然你可以评估所有的角点 而且显然你要最大化 你选择的角点就是解X1X2。 这样就可以得到最大值。 目标函数的最大值。 另一种获得最优解的方法是画一条线。 通过可行区域的所有解都沿着这条线。 在这里，你给出了相同的值。 什么？ 这就是你所说的 我们有两个 我们有ISO利润和ISO成本。 这些术语并不重要。 因此，这里的主要思路就是确定目标函数的梯度，并建立平行线。 之后，我们再确定优化方向，是最小化还是最大化。 是增加 ISO 利润线或 ISO 成本线，还是减少它们。 让我来展示一下。 这是第一个向量。 这个向量与目标函数相关。 你知道如何获得这个向量。 这个向量实际上代表了优化的方向。 在线性规划中，有一个非常简单的方法来确定这个向量。 同样，因为目标函数是线性的。 因此，基本上这个向量的分量就是目标函数的系数，即 5 和 3。 这就是 5和3 好的 因为梯度也就是这条线 这个向量是目标函数的偏导数 与每个分量有关 你知道偏导数 所以我们要找到 x1 的导数 就是目标函数 x1 的导数 五 这是对X1的常数 这是一个偏导数 X23的第二项的偏导数是多少？ 所以现在我们的向量是5 3 那么我们现在建立这个向量 ISO利润或ISO成本线就是 垂直于这个向量 所有这些线都应该相互平行 我们的想法是什么？ 就是不断增加这些线的大小，直到找到最优解的极值点。 好的，最大增量或最大减量取决于你是在最大化还是在最小化某个函数。 所以会是类似的结果。 比如第一个。 我们可以评估第一个函数，因为我们知道这个角点。 这个角点就是 x 1 是 1，x 2 是 2。 好吧，5乘以1再加上3乘以2。 11. 对不对？ 对吧 所以是11 所以这条利润线的值是11 这里 你可以说，好吧，你可以在这里停止。 我们可以停在这里吗？ 这是可行的解决方案吗？ 嗯？ 是的，是的，是的。 是的，这是一个可行的解决方案。 显然，所有的角点都是可行解，而且更多。 这个区域内的一个解也是可行的。 这里的一切都是可行的 好的 问题是，区域内的解并不是最优解。 角点 最终，我们必须找到一个最优解，并在角点中选出这个最优解。 好的 下一个 下一个 下一个是利润 就是这个 我们知道这个 这个是1乘以6 所以5乘以1 再加上3乘以6 结果是 23。 所以基本上，我们现在是在比较前一个方案的 ISO 值是 11，而这个方案的 ISO 值是 23 周。 很明显，这个角点比一个角点要好，但两者都是可行的。 我们仍然不知道这是否是最佳方案。 让我们继续尝试寻找其他的 ISO 特性或 ISO 成本线。 终于找到了 其实在这种情况下，我拥有三条。 很明显，这很简单。 现在我们有5个X1和2个X2，又是5乘以5再加上3乘以2，对吧？ 没错 现在的值是 31。 所以 31 大于之前的值。 这就是最优解。 这个方案也可行吗？ 当然是最优的。 而且应该是可行的。 所以这就是角点，最优角点或最优极值点。 这就是主要的方法论。 非常简单 显然，我们还有另一种方法 这甚至都不在可行区域内 好吗 这只是为了说明，显然你可以一直增加下去。 但在通过可行区域后，就再也找不到任何可行或最优的方法了。 好了，最后我们找到了最优解 31 是最优目标函数值。 对不起，31。 还有最优解 X15 和 X22 好吧。 这是一种表示非常简单的线性规划公式的方法。 好了，现在我想给大家介绍一下这两个非常重要的定理，以确保我们知道角点是潜在的最优解。 因此，如果我们的区域是黄色区域。 如果这个区域是一个凸多边形，那么就可以了。 显然，它必须是凸的。 现在我们知道这是一个凸多边形。 如果我访问一个区域，它就是一个线性规划问题的凸多边形。 让 z 等于 2AX 加上 b y 作为对象函数。 显然，在这种情况下，成本系数 a 和 b，也就是梯度，以及一对 a b 是目标函数，当 z，目标函数有一个最优值，最大值或最小值，其中变量 x 和 y 受线性不等式描述的约束，即 x 对不起 a x 小于或等于 b，例如，这个最优值必须出现在可行区域的角点或顶点。 好了，我们有了这个定理。 所以我们知道，如果你在求解一个线性规划公式，其中所有的约束条件都是由线性方程或线性不等式给出的，而决策变量的域只是大于或等于零。 如果出现这种情况，我们就能确保可行区域是凸的，如果目标函数是线性的，那么可行区域就是凸的。 所以我们知道最优解将会出现在这个可行区域的某个角点上。 第二个定理让 R 成为给定 LP 的可行区域。 同样是目标函数描述，如果 R 这个可行区域是有边界的，就像我们的黄色区域一样，那么目标函数的最大值和最小值都是 R，而且都出现在角点上。 因此，这就意味着，比如说。 在这里，我们有一个正在最大化的区域。 这个定理的意思是，我们不在乎它是最大化还是最小化。 好吧 你的意思是，如果它们是被迫的，如果它是一个有界的区域，就是这种情况。 所以我们是说，在这个区域里，我们既可以有最大值，也可以有最小值。 而这两个值显然都出现在角点上。 好的，所以主要的启示是，如果你有一个给定的 LP，并且你改变了目标函数，但你在可行性方面保持了相同的约束条件，那么你就有了一个线性的 LP，它不会改变。 这种情况很常见。 但我改变了目标函数。 这就是为什么现在的解不可行了。 没有目标函数不会改变问题的可行性。 约束条件会改变问题的可行性，因为你可以利用约束条件。 你可以更加严格。 例如，你可以缩小可行区域，也可以扩大可行区域。 因此，这种变化会扰乱问题的可行性。 但目标函数不会，目标函数会扰乱问题。 优化 如果角点是最优角点，那就没问题。 是的 这是最主要的收获 好极了 我想也是 第三讲 我展示了一些凸区域。 所以这个凸区域并不是我们要处理的区域类型。 但这是一个凸区域。 那这个呢 在 LP 中 我们能有这样的可行区域吗？ 不，这不是凸区域 如果你在 A 点和 B 点之间画一条线，这条线就会在多边形之外。 所以这不是凸的凸。 那么这个呢？ 它是凸的，但没有边界，这是有可能发生的。 所以最终我们会有 哦，最终我们可以有这样一个可行区域。 这里有两个约束 对不起，这是一个约束条件。 所以我们有这里、这里、这里。 好吧，永远，其实。 好的 这是一个可行区域 这是一个凸区域，但没有边界。 好了是不是上束缚。 这个区域 最终我们可以得到这个问题的有限解，但最终，根据角点和优化方向，考虑到这个区域最终可能会有一个无界解，也就是找不到解的意思。 好的。 现在，我想简单讨论一下可能发生的情况，但很明显，这也会延伸到我们有多个变量的情况。 好的。 我们不需要用多个决策变量来表示这个问题，就能理解一个给定的 LP 在可行区域内会发生什么。 形状 很显然，在这种情况下，我们有了黄色区域，就有了最优解。 但我们可以有无数个最优解，我们称之为替代或多重最优解。 例如，我们可以有不可行和不可行的解决方案。 而且，我们还可以将它们限定在一定的范围内，这一点在这里已经有所描述。 最终，我们可以有一个关于以下方面的解决方案。 无可行解或不可行解。 假设我们要最大化 x 加 2 y，有两个约束条件 x 加 y 小于等于 1X2，大于 2，y 大于等于零。 因此，基本上可行区域就是每个约束条件所定义的这些单独区域的交集。 你能看到什么？ 所以 交集为空。 好极了 所以，如果是这种情况，就意味着每次你在牙龈上都没有可行解，或者 LP 没有可行解。 好了，一般来说，当我们得到不可行解时，就说明你的模型出了问题，因为这又是毫无意义的。 请永远记住这一点。 建立模型是毫无意义的。 这可能会产生一个不可行的解。 没有分析。 你可以提供不可行的解决方案。 这就是为什么有时我会看到这些模型的可行性。 当这个模型可行时，这个模型的可行性又如何？ 对你们来说，建立一个可行的模型很重要。 无论你们使用哪种数据实例来优化数值问题，都是如此。 在这种情况下，交叉点是空的。 没有可行的解决方案。 我们有一个非常简单的无约束解，即最大化 x 目标 x 大于或等于零。 对 你可以尽可能地增加X，但这个解不会是最优解，因为你总是可以再增加一点，无限地增加一点。 好吧 这种情况也很常见。 当你开始研究并运行其他问题时，最终你会发现，哦，但这是无界的。 解是有界的，当解无界时，一般意味着你的优化方向是错误的。 一般来说，你必须记住这一点。 一般来说，无约束意味着。 如果约束条件是正确的，优化就是错误的，或者你忘了定义决策变量的域，例如，如果你要最小化总成本的生产计划问题，你要最小化成本，但你忘了定义生产成本大于或等于零的 x。 非常简单，你在最小化 X。 所以 X 最终让你 减去无穷大 这将是无边界的。 这些都是可能发生的简单错误。 所以，你应该能够识别并想象出这是怎么回事。 因此，优化方向可能存在问题，即可行性问题并非无界，而是不可行。 所以可能是约束条件。 不是目标函数约束。 没有唯一多解。 这种情况非常常见。 但一般情况下，我们无法或没有工具或非常直接的工具来识别是否存在多解情况。 这种情况经常发生，尤其是在处理大规模问题时。 这意味着，C. 这是我们的 ISO，在这种情况下，最大化 ISO 的利润线。 好的，我们就朝这个方向走。 我们假设这是可行区域。 所以这是平行的。 如果这是平行的，就意味着这条ISO线将与 这条弧线在这里，这条线在这里。 所以这条弧线是最优的。 不过，请记住，你们是不同的解，但都会导致相同的最优值。 好的，当我们说没有唯一多解时，意味着不同的解对，但导致相同的最优值，最优值必须是相同的，否则就不是最优值。 否则你就可以排序，就可以找到最优的了。 所以在这种情况下。 与整条线路相吻合。 当你针对一个无法通过的局部解运行该代码时。 有一个办法。 一般情况下，我们会遇到这样的情况，我们并不是在讨论这个问题的特征。 当问题非常退化、非常退化时。 生成器或 RC 就像是模型构建的一个特征。 让我来 我不认为这里应该使用这种紫色。 这样不好 ê琌ぐ或? 我们 让我们假设你有一个给定的区域在这里。 我们有 我不知道你是否能看到它。 我们这里有一条线，你这里有一条线。 我们需要多少条线？ 这里有一个点，确定一个点。 几条线？ 两条 绰绰有余。 一般的问题是，当你在处理这个真正的决策问题时，这是很常见的，你是第一次代表，我给一个决策问题。 这可能会发生，因为问题就是问题。 同一个角点由两条以上的线决定，每条线就是一个约束条件。 因此，最终我们会发现同一个角点由多个约束条件决定。 例如 这些 These one. 但每次我在这里添加这个约束条件时，都不会改变可行区域。 我没有切断可行读数。 也没有缩小可行区域。 所以基本上我们这里有很多多余的约束。 这很常见。 所以当你发现你的问题有几个多余的约束条件时，也许你的问题已经。 退化了 好吧 如果你的问题是生成的，最终你在解决问题时就会遇到问题。 因为从线性规划的角度来看，我们的想法是什么？ 我们要测试的是不同的顶点，不同的方法。 所以，我们在一个顶点，跳到另一个顶点。 这不会改变任何东西。 新的值还是一样的，你可以继续改变。 顶点是一样的。 最佳值也是一样的。 我们还不知道它是否最优，这就是问题所在。 要解决一个问题可能要花很长时间。 就因为你之前没有设法确定。 你有很多限制条件。 如果你有这样的问题，例如，如果你有一个给定的 LP，却要花很长时间才能给出解决方案，那么你的问题可能并不是一个巨大的问题。 它是可控的。 大小是可控的。 所以，你的问题可能是非常退化的，可能你有很多多余的约束或冗余，你可以摆脱这些冗余约束。 好的 这是一种方法。 没错，冈布斯并没有告诉你。 你的问题有多个最优解。 例如，它没有显示这一点。 好吧 如果我们有两个以上的变量呢？ 如果你有两个以上的变量 好吧 伙计们 这个图形解法很不错 好吧 非常简单易懂。 但如果你有两个决策变量，如果我们有两个以上的变量，我们就无法用图形来表示了。 比如在实际搜索中。 所以我们显然需要一种方法来解决这个问题。 显然，我们有不同的方法。 所以，我们这里有一些你已经知道的关于如何找到最优解的东西。 我们有这样一个定理，你没有把它说成是定理，但我们称之为极值点定理。 如果你有一个 LP，并且有一个唯一的最优解。 那么最优解就是唯一的。 最优解就在可行区域的角点上。 好了，所有这些定理的主要启示是，你不必试图枚举给定问题的所有解。 只要枚举出可行区域的角点就足够了。 如果你枚举了可行区域的角点，很显然，如果问题一开始就有最优解，你就不知道了。 所以你需要尝试错误。 如果你使用这种方法，这种枚举法，你就可以找到所有的角点。 找出解，看它是否可行，是否最优，如此反复。 显然，这可能会非常困难。 我不知道，你会遇到一个有多个变量和多个约束条件的问题。 所以你就会有一个疯狂的多边形。 所以这显然是不合理的。 我们不会这么做。 我们不会一直枚举角点，因为我们有更优雅的方法来识别有希望的好方案或潜在的最优方案。 好的 这就是单纯形法 休息一下 好的 好的 好的 - 好的 好吧 你怎么说? What do you say? 这是非常正确的。 我们会的 我就是这么想的 所以，这可能是方向去。 你 都是 对 那么 我认为我们可以去。 的。 什么？ 什么？ 琌摆 那个 她在帮忙 我，我猜。 那是 我的错 什么？ 我不知道 我不知道 我觉得这样最好 我的爱 我觉得 我不知道是什么 I. Was it like. 对于。 第一次 就是这样。 我们 得到了。 跟着我 因为我一直和老鼠生活在一起 因为我知道 那么 让我们 看看 什么？ 什么 你 可以。 一般来说。 谢谢。 太感谢了 我不 不知道 为什么？ 我会知道的 我想我迷路了 你应该能 过来 是你 是你 我的 我的丈夫 我想 我要有。 因为 因为 我想 是的，我喜欢这样。 你。 不 Need. 要。 好了，这一点。 不，不，不。 我知道。 你想。 就是这样 我，它，不是吗？ 还不到15分钟 哦 是的 当然 Oh, yes. 当然 我们走吧 Of course. 我们走吧 还有 看吧 See? 你好 我们开始吧 Hello. 我们开始吧 让我们重新开始。 好的 好的 Okay. 好的 Okay. 让我们去的家伙，醒来！ 你好 - 好的 - Hello. 好的 很好 Okay. 好极了 Great. 让我们重新开始。 结束吧 好了，总结一下，对于 LPs，我们可以画出可行区域。 可行区域由约束条件决定，哪个角点是最优的。 这取决于优化方向。 我们可以通过绘制利润线和成本线来找到这个角点。 或者，我们可以评估所有角点。 为什么在实际应用中我们不这样做呢？ 因为这会非常耗时。 我们需要几个世纪的时间才能找到所有的角点。 好吧，但好在我们知道，如果有一个最优解，那么某些解就会在角点上，并以此为基础提出不同的定理。 好了，我们知道有一种越来越优雅的方法可以获得最优解，那就是单纯形法。 单纯形法是由一位名叫但丁的人提出的，他叫乔治-伯纳德-但丁。 他提出的 这是他出生的时候 他提出了单纯形法 1947年，他去世了，我想那是几年前的事了，我想那时候我还在读大一。 大概是2000年吧 他工作到94、95年，直到92岁高龄还在认真地发表文章和指导学生。 总之，这家伙非常出名是有原因的。 他是线性规划之父，但更重要的是，他是第一个提出不确定性下的优化和随机规划的研究者。 随机也是这个人提出来的。 因此，这确实是我们正在谈论的发生在20世纪的一次重大变革。 单纯形法被认为是20世纪最重要的算法之一。 是本世纪十大算法之一。 好的。 显然，蒙特卡洛方法也是本世纪最具影响力和最重要的十大算法之一。 蒙特卡洛可能听说过蒙特卡洛模拟法。 Metropolis 算法是其中之一，但单纯形法也与蒙特卡罗并列。 这太疯狂了，因为我想说，大多数人都不知道，即使是非常简单的应用程序和应用，实际上也在后台运行着单纯形算法。 这非常非常非常常见。 你根本不知道。 很多应用程序和软件包都有单纯形法或基于单纯形法的方法，因为实现单纯形法的方法并不只有一种，因为归根结底，这是一种求解方法，一种数值求解方法。 显然，根据问题的特点，正确的实现方法和计算机是成功的方法和失败的方法之间的区别。 好吧，但他在我这个年纪提出这个开创性的东西时，可能已经完成了，但无论何时，我都还有时间。 不，是的。 总之，这是个非常简单的想法。 再说一遍，这次讲座的目的不是要详细介绍每一个单式的细节。 三年前我改变了一点。 是的，我有两节课是专门讲 simplex 的，但这有点毫无意义，尤其是在你们没有实现 simplex 的当今世界。 即使你从事的是数据运算、研究或优化工作，也不可能实现。 我们有这么多了不起的算法和求解器，还有免费的求解器，你们可以免费下载。 例如，如果你想试试，我们有一个非常不错的算法，那就是 LP 求解器。 LP 解算器是一个非常好的名字。 在 Python 中，我们有一些免费的求解器，但它们并不好用。 好吧，但无论如何你都可以试试。 这就是我选择这种路由的原因，至少我给了你 LP 方法的直觉。 好了，这就是单纯形法的主要思想，同样，这也是非常简化的。 好的。 我们必须从一个极端点出发。 我们知道这一点。 我们总是从基于单纯形的方法开始。 我们总是从可行区域的一个极值点开始。 用单纯形术语来说，这些极值点就是我们所说的基本可行解。 好的 这是一个基本可行解，因为它与给定空间中的一个基点相关。 我们必须证明这是一个基点，以及类似的一些东西。 总之，我们是从可行区域的一个极端点出发的。 有了这个解、这个角点后，我们要检查当前解的邻域中是否存在更好的解。 好的，角点就像好的，我们是否在其他角点有更好或有希望更好的解决方案。 是的。 那就跳转到下一个能给你带来更好最优值的解决方案。 不，我们没有。 所以你已经进入最优解了。 所以非常非常简单。 基本上，我们假设在给定的空间里有一个多边形。 假设这是一个疯狂的投影。 例如，我们从这个角点出发，有不同的潜在角点或解决方案。 我们的想法是，在这些角点中，我们都不可能找到更好的解决方案。 好吧，那么这个角点就是最优解了。 好极了 算法就这样停止了。 我们有可能找到更好的解决方案。 所以我们进入下一个解决方案。 我们再次检查下一个解的邻域。 其中至少有一个邻居有更好的解决方案。 如果没有，这就是最优解。 否则，我们就再跳，再跳，再跳。 这就是主要思路。 好的，但正如我所说的，为了给你提供所有细节，我们必须这样做。 如果你读了教科书和我在封闭式 Unlearn 中的章节，你会发现第一步，第一步基本上是找到给定优化模型的标准形式。 这是一个给定优化模型的标准形式。 找到标准形式后，标准形式总是试图。 不，这不是。 举个例子 所以，如果你有这样一个优化问题，主要的想法。 找到基础或基本可行解的主要思路，就是尽量把这个表述变成我们所说的标准形式。 尽管名称是标准形式。 不同的教科书会提出不同的标准形式。 好吧。 主要思路是把所有的 不等式转化为方程。 所以这是标准。 但最终术语的概念可能会有点不同。 例如，对不起，这个小于等于三。 要将其转化为等式，我们必须做的是，因为我们有 x 1 加 2X2 小于或等于三。 没错 但我想把它转化成一个等式。 所以我需要把它转化成一个等式。 好的 我想 接近三 我们需要把它们相等 在这种情况下 我们需要加上 我知道决定变量 对 比如说加x3 对 对于这个约束条件，这个约束条件大于没有。 我忘了知道他们把什么。 总之，我们假设它大于或等于。 如果它大于或等于，我们在这里做什么。 操作。 好吧，如何确定是基本的解决方案开始。 一般来说，我们 考虑所有的决策变量为零，但新变量。 这就是确定解的第一种方法。 例如 X10X20。 所以，如果它发生X 3是三。 没错 这可不行 这样不好 是的 我希望你的工作。 否则从一开始就不可行 所以我们假设这不是问题所在。 在这种情况下，x 为。 好了，我们开始吧。 这是初始 基本解决方案 很明显 X3X4没有系数 所以是零 所以这是第一个要解决的问题 显然有很多变化。 在这种情况下，我们找到了一个可行的解决方案，因为无论如何，我改变了一点点，最终这是这种情况。 所以我们有一个第一阶段 第二阶段的单纯形。 第一阶段 这只是为了找到一个可行的解来开始这个方法，好吗。 这就是最初的基本解。 现在让我们试着从图形的角度来思考如何找到这个解。 因此，每个基本解都必须对应这个可行区域的一个角点。 看到了吗？ 那么哪个角点是解呢？ 解是指什么？ 零点。 因此，当我们有了图解表示法后，我们就不关心 x 3 和 x 4 了。 因此，我们仍然是 2X1 和 x 2。 因此，这个角点就是零点，而角点实际上就是零点。 三四。 这就是解。 因此，我们就从这个基本解开始计算。 好的。 下一次迭代的问题是，我们有更好的解吗？ 如果有更好的解决方案，就会有办法找到是否有更好的解决方案。 如果有的话 我们将进入下一次迭代，可能会有更好的解，因为这个解是零。 零 x3 index for 的系数为零，所以这个解为零。 显然，这是一个垃圾解，所以我不知道这个解是否可行。 好吧，伙计们，我只是随便写了个数字。 但考虑到这个问题有一个可行解，可行性区域并不是空的。 有一个最佳坐标点。 我们就有了解决方案 好了，基本上这就是方法二的工作原理。 非常非常非常粗略 好吧 有问题吗？ 当然 不，我甚至没有提供细节。 但你不需要知道所有细节，好吗？ 你需要了解这些方法的更多细节，我会给出这种方法的更多细节。 好了，这就是线性规划。 假设我们现在没有线性规划。 我们有一个整数或混合整数程序，其中至少有一些决策变量。 它们要么是整数变量，要么是二进制变量。 如果是这种情况 我们就不能使用单纯形。 为什么？ 如果有整数或二进制决策变量，为什么不能使用单纯形法？ 我不知道是不是这个原因。 好吧 我们不能定义 变量 好吧 首先，因为单纯形并不是为了处理决策变量的整数要求而设计的，因为同样，我们需要有很多关于可行区域的凸性和连续性的定理，而当我们有离散问题的时候，可行区域就不是这样了。 显然，我们有一个多边形，但在多边形内我们有什么呢？ 提到最优，我最终会说是角点，但却是整数。 所以单纯形不能用来求解整数编程公式。 这就是为什么多年前，在单纯形被提出后，一群研究人员提出了这种叫做分支边界的方法，其主要思想非常简单。 其主要思想是，如果你有一个给定的 MIP、混合整数或整数程序公式，你可以从求解其相应的 LP 松弛开始。 你还记得 LP 松弛吗？ 记得。 什么是松弛？ 就是当我们放弃所有决策变量的整数要求时的 MIP 表述。 这就是线性松弛。 定义线性松弛后，我们的想法是更新下限和上限。 这就是我们讨论下限和上限的原因。 然后，你开始更新下界和上界，并尝试施加一些约束条件，以确保决策变量最终是整数。 这就是主要思路，也是一个非常简单的思路。 总之。 一般来说，整数或混合整数程序都有求解方法。 它们主要分为三大类。 分支边界就是我们所说的枚举算法。 枚举法。 因为其主要思想是枚举方法的潜在解。 但这同样是一种智能枚举。 我们并不是穷举所有的潜在解决方案，而是以一种非常智能的方式进行枚举。 我们有一个切割计划，即使用单纯形的算法，它是从单纯形中衍生出来的。 我们的想法是加入约束条件，试图缩小可行区域，从而找到问题的整数或解决方案。 我们还有混合法。 混合方法非常常见。 大多数使用单纯形的商业求解器都是用来求解 MIPs 的。 它们使用的实际上是混合方法。 最有名的混合方法是分支和捕捉。 因此，我们既有分支边界，又有真正的迭代。 我们试图通过额外的约束来执行整数要求。 好了，现在我们把重点放在分支入站上。 分支入站是一种解决方案。 它的名字基本上就是管理者通过分支边界进行分而治之。 其主要思路是，如果你有一个给定的可行区域，这个区域指的是你的整数编程或混合整数编程公式，那么就将其划分为更易于管理的子部分，也就是我们所说的子问题，其思路是反复求解这些问题，直到得到最优解或给定的停止标准。 解空间的分割过程就是我们所说的分支过程。 为了避免不必要的分支，我们使用了遍历方案。 这也是分支约束名称的由来。 我们将举例说明，有不同的方法来构建分支约束树。 分支算法。 有时，我们会针对一些具有特殊性的问题制定特定的算法。 例如，knapsack 问题。 我们有专门针对knapsack问题或运输问题的分支边界，当矩阵不是完全模块化时，这些问题会表现出特定的特殊结构，例如，我们有不同的版本，这是在1960年提出的。 分支边界是由两位非常漂亮的女士林奇和多伊奇在 1960 年提出的。 基本上，自1960年以来，分支边界就被用于两种不同的算法中，试图找到最优解或更复杂的问题。 好吧，我想其中一位女士已经去世多年，但还有一位我不记得是哪位了。 一位在墨尔本。 你还记得吗？ 你从来没听说过这些女士？ 总之，现在你知道她们和这个有点不一样了。 可能吧 不管怎么说，显然有一个是这样的。 总之，让我们以一种非常简单的方式开始传递信息。 假设你有这样一个例子。 这是我们的 IP。 我们要解决一个大函数 3X1 加 4X22 小于等于的约束条件。 你怎么知道这是一个 IP，因为 x 1 和 x 2 都等于零，也是整数。 这就是我们要解的原始 IP。 好的。 首先，我们要使用分支边界来定义这个 IP 的线性松弛。 线性松弛的基本原理是 同样的问题，同样的对象函数，同样的约束条件。 但是 整数要求是 放弃它 好吧 我们放弃线性集合 如果取消线性放松 我们就有了一个LP 如果你有一个LP，我们知道如何解决。 很明显，这就是X2的原理 因为我们知道有单纯形 单纯形是解决大多数问题的有效方法。 所以我们取消了整数要求。 我们可以用线性规划来解决问题。 好的 这就是我们所说的 LP 零 我把 LP 零 这是线性放松 线性加入 也叫根节点问题 为什么是根节点 因为分支的主要边缘是建立。 它的贡品是三 所以这就是他们的木节点。 有了根节点的解决方案后，我们就可以开始构建分支和边界树了。 在边界树中构建分支的思路是了解如何进行分支方案，以及如何进行边界方案和此分支。 将给定节点引入求解的主要思路正是执行一些约束条件。 试图将线性勒克斯问题的分数解变成整数解。 好的。 从LP问题中找出一个整数解 好了，所以最终的想法是我们不断求解LP，LP的数量就是整数。 这就是为什么我跟你说过，记得我跟你说过，一般来说，解决MIP问题比解决LP问题更耗时。 因为 LP 如果是 LP，我就解一次。 一次。 最优解。 这是一个解决方案。 很明显，LP 有不同的变化，但都是一个解决方案。 但 MIP 或 IP 就不同了，它需要多次运行，因为我需要你在每次信息迭代时求解多个 LP。 这就是主要区别。 我们看到了。 好了，我们来解决这个线性松弛问题。 这是最优解。 绝对解为 2.25 和 1.5。 这是目标函数 12.75。 这对原始问题来说是可行的 不可行 为什么？ 因为它是小数 是小数 最终 我们假设 我们求解，它是整数。 解出来了 这就是解 就这么简单 如果你不确定 好吧，也许。 好吧 我不知道 找到线性放松 所以解就是选项 好极了 如果解决方案。 对不起 如果解是整数 那就完了 你不需要继续进行生物学实验 因为没有什么可以分支的 有东西可以分支 直到我们有了分数解 他们不再有分数解了 就完了 好了，这就是该方法的主要思路。 在这种情况下，我们将得到 2.5 和 1.5 的分数解。 最优值为 12.75。 我们对原始问题的最优解有什么期待呢？ 关于这个值。 那么你认为如果我们在求解 IP 时。 达到最优。 你认为这个IP的最优解是小于等于，等于还是大于等于。 小于。 为什么小于？ 因为他们在最大化。 在这种情况下，LP松弛法给了我们一个上限。 好的 显然，这里不能有小数值。 我们可以分析一下，在这种情况下，所有系数都是整数。 所以最好的情况是你有一个最优值。 好极了 好的，没错 我们知道这是因为有完整性约束。 不管怎样，我们从健康的松弛开始，在这里初始化我们的算法。 我们将初始化原始问题的最优值下限为负无穷大。 为什么呢？ 因为到目前为止，我们还没有一个下界。 这个问题的下限值是多少？ 考虑到我们首先要最大化，那么这个问题的下界就是一个可行的可行解。 可行解必须是 在这里就是整数解。 因此，当我们进行分支和下界时，我们找到的第一个整数解就是可行解。 我们的问题会给出有限上界，因为我们有这个上界，但它是负无穷大，这毫无意义，对吧？ 对我们来说这毫无意义。 这是显而易见的。 在这种情况下，我们可以把下限设为： 零 这是一般情况 但在这种情况下，我们知道，对吧？ 我们知道会是零，但这对我们来说毫无意义。 所以我们的主要想法是，当我们找到一个更好的解决方案时。 所以此时我们可以更新下限。 好的。 下限已设定，上限设定为 12 0.75，这是 LP 松弛的最优值。 现在我们必须做出选择了。 解决方案是我们有两个潜在的分支可供选择。 什么是分支年龄？ 那么分支的年龄就是选择的时间。 这是最基本的原则。 好吧，我们还有更复杂的，但主要思路是我们必须选择一个变量来启动分支方案。 因此，我们可以从 x 1 或 x 2 开始。 好的 分支的想法是否包含了进一步的约束条件，以避免出现分数解？ 在这里，因为我们知道最优解应该是整数解。 所以我们的想法是避免出现小数解的小数值。 好的，在这种情况下，右边的 25 点和 5 点都有分数和小数部分。 因此，这两个点都可以被打上烙印。 好的 我们只需选择其中一个。 这是很常见的选择。 是两个。 首先选择一个具有积分值的决策变量。 在本例中，25 更接近于 零。 例如，0.25，那么 0.5 0.5 正好在区间的中间。 好的，这就是主要思路。 请记住 我们现在的情况是 零 哦，不 不，我想说的是。 好吗？ 是的，我希望你能做到这一点。 好的 我们有了 Okay. 我们在这里。 这是整数值。 好的 我们的解决方案在这里。 我们要做的是 我们要避免这个分数解。 如何通过约束来避免这个分数解？ 不 不 你没有围绕任何东西 这不是围绕程序 但是 但是 记住 我们已经运行了程序 但不是这里 最终 如何如何施加约束。 C 1.5位于1和2的中间。 因此，如果我们施加约束 x 2，这就是额外的。 小于等于1。 好的 记住，这是整数编程。 因此，考虑到这个区间为 0、1 和 2，我们不会在区间中间增加任何东西。 我们感兴趣的是 0 或 1 或 2。 没错 所以当你做 x 2 小于等于 1 时，我们并没有排除原问题的任何可行解。 所以小于等于 所以我们说 显然，这里有任何东西。 好吧 或者或者 X 2。 大于 完美 因为我们没有排除任何东西 我们在处理这个区间 我们到底要避免什么？ 介于 1 和 2 之间的分数解，比如这个 11.5。 这就是该方法的主要思路。 因此，对于每一个分数变量，我们的想法是找出 这些约束条件，这些对决策变量的约束条件，最终，你将拥有如此多的这些约束条件，以至于解决方案要么是不可行的，要么是整数可行的最优方案。 好了，这就是主要思路。 我们这里的 LP 一。 LP到。 看，这是一棵树。 很明显，这是倒置的树根。 没错，这就是我们所说的分支树根节点 LP relaxation。 这第一个节点的第一个节点。 基本上就是我们要解决的问题。 线性松弛，因为我们只解 LP。 所以这是原始的 LP 加。 这个约束。 好的。 这个 LP 就是原来的线性加。 这个约束条件 哦，我能把这两个约束条件放在一起吗？ 这是个问题 可以吗 你当然知道为什么。 因为要么 为真。 我们不可能有 x 两个同时满足两个约束条件，或者说，这个约束条件的交集是。 零 这个集合是空的 所以这就是为什么我们要定义这个 LP 和这个 LP 并再次求解。 那我们开始吧。 这个LP 原来的LP