

用于装箱问题的机器学习

CS3308 机器学习

2024 年 11 月 28 日

1 引言

最多三名学生组成一组。

- 本项目的截止日期是 2025 年 1 月 5 日 23:59。每个小组都需要在 Canvas 上提交一份报告的 PDF 版本，并且还需要提供源代码，方式是给出您的 GitHub 代码库的链接。
- 本项目将从工作量（20%）、模型性能（20%）、结果分析（40%）和报告撰写（20%）等方面进行评估。对实验结果进行合理分析更为关键。
- 装箱问题（BPP）是数学和计算机科学中一个经典的优化难题。它涉及将不同尺寸的物品完全且无重叠地装入容器中。目标是尽可能多地将物品装入固定大小的容器中，同时最小化浪费的空间。

2 任务 1：针对 BPP 问题的策略学习

在这项任务中，您首先需要自行生成训练数据和测试数据，然后使用监督学习或强化学习来训练用于 BPP 问题的策略网络。由于要放置的物品数量可变，通常会采用编码器 - 解码器框架将 BPP 策略视为序列到序列的转换问题。您可以参考此类设计来实现您自己的用于解决 BPP 问题的架构。更多相关细节可在参考论文中找到。

提示：假设容器的大小为 $100 \times 100 \times 100$ ，生成过程如算法 1 所示。

3 任务 2：神经引导搜索算法

搜索算法通常被用于解决 BPP 问题。在这项任务中，您需要将从任务 1 中获得的策略网络与树搜索算法（如深度优先搜索、广度优先搜索、束搜索、A*search、蒙特卡罗树搜索等等）相结合，以解决 BPP 问题。

Algorithm 1: Bin Packing Problem Generator

```
Initialize the items list  $I \leftarrow \{(100; 100; 100)\}$ .
Sample  $N$  from  $[10, 50]$ .
while  $|I| < N$  do
    Pop an item randomly from  $I$  by the item's volume.
    Choose an axis randomly by the length of edge.
    Choose a position randomly on the axis by the distance to the center of edge.
    Split the item into two items.
    To randomly rotate the newly generated objects.
    Add them into  $I$ . The relative position in the container and the rotation can be saved as
    the label for training.
end while
return  $I$ 
```

4 任务 3：电子商务包装问题

该数据由多个订单（sta_code）组成，每个订单包含若干件商品（sku_code）。每件商品由四个属性描述：长度、宽度、高度和数量（qty）。测试数据在附件中提供。您需要设计一种算法，以有效地利用多个快递包装盒来包装订单中的所有商品。在前两项任务中，只使用了一个容器，而在第三项任务中允许使用多个容器。您可以通过训练神经网络（如任务1和任务2）来解决此任务，或者使用您自己设计的任何其他策略，这些策略应基于您在课堂上学到的算法。

提示：结果是通过所有包装物品的体积总和与所用所有容器的体积总和的比率来衡量的。

可用的集装箱尺寸如下：（35、23、13）、（37、26、13）、（38、26、13）、（40、28、16）、（42、30、18）、（42、30、40）、（52、40、17）、（54、45、36）。

您需要指定每件物品应放置在哪个容器中、应放置在容器内的位置以及该物品是否需要旋转。

5 项目报告

每个小组都需要提交一份项目报告，包括您的主要想法、所使用的方法和算法、实验设置，最后是实验结果，以及您对结果的讨论。项目报告（.pdf 格式）可以用英语撰写（鼓励使用），也可以用中文撰写。

在报告结尾，请附上每位成员的贡献百分比。并且需要明确每位学生所做的工作。例如，

名字	学生证	分数	工作
A	00000000000	30%	-
B	00000000001	30%	-
C	00000000002	40%	-

您还需要在报告中提交您的分类模型的源代码，方法是提供您的 GitHub 存储库的链接。如果您不知道如何使用 GitHub，请访问其教程 (<https://guides.github.com/activities/hello-world/>) 以获取一些建议。

6 参考资料

Que、Quanqing、Fang Yang 和 Defu Zhang。“使用 Transformer 网络和强化学习解决三维装箱问题。”《应用专家系统》214（2023 年）：119153。

Laterre, Alexandre 等人。“排名奖励：为组合优化实现自我对弈强化学习。”arXiv 预印本 arXiv:1807.01672（2018 年）

张、静伟、毕子、葛晓宇。“Attend2Pack：通过深度强化学习与注意力机制进行装箱。”arXiv 预印本 arXiv:2107.04333（2021 年）

朱、钱文等。“学习打包：一种用于大规模三维装箱问题的数据驱动树搜索算法。”第 30 届美国计算机协会国际信息与知识管理会议论文集。2021 年。

佩吉奇、伊戈尔和丹·范登伯格。“蒙特卡罗树搜索在完美矩形装箱问题实例上的应用。”2020 年遗传与进化计算会议论文集。2020.