人工智能课程复习提纲

2021.12

整理人：谢瑜璋

我们这门课程内容比较多，可以视为AI这个范围很大的领域的一门导论课，引领大家了解AI的基本概念与算法。在学习完本课程以后，大家可以在更高深的课程（比如机器学习、神经网络、强化学习等）做进一步的扩展。

[本课程的教材我已经上传到canvas上了。大家在复习过程中有什么问题，可以发邮件到我的邮箱 constantjxyz@sjtu.edu.cn，或者通过微信群联系我。](mailto:本课程的教材我已经上传到canvas上了。大家在复习过程中有什么问题，可以发邮件到我的邮箱constantjxyz@sjtu.edu.cn，或者通过微信群联系我。)

第一部分 人工智能概念

1. 人工智能（AI，Artificial Intelligence）的定义

课件lecture1第5页：人工设计程序，让机器可以像人一样智慧地行动

更具体的定义在lecture1第7页，分为四个维度

1. 图灵测试

目的：设计测试以验证计算机是否真的具有智能

1. 代理人、理智（rational）行为、理智的代理人（agent）

见课件lecture1第11页

要了解代理人的定义、理智行为的定义、判断标准

Agent的组成：课件lecture2a-1第10页，PEAS

1. 环境

agent所处的各种类别的环境，对建模方式和算法的使用有很大的影响，各种环境的定义见lecture2第13页、14页

第二部分 解决问题的方法：搜索答案

1. 搜索问题的建模方式

需要明确搜索空间的状态、初始状态、转移模型、动作、目标、路径耗散，通过明确以上定义与状态空间的大小来建模搜索问题

可以参考第一次作业的第三题和课件lecture2b-1 12页

1. 比较搜索算法

可以从算法的完备性、最优性、时间复杂度、空间复杂度来比较，要理解以上定义。我们作业里也有相关的问题，第一次作业里有比较BFS、UCS、DFS的题目

1. 无信息搜索

包含：DFS、BFS、UCS、深度限制搜索、深度迭代搜索等，这一部分肯定是很重要的，可以出小题也可以出大题

从lecture2b-1第20页开始，要理解以上算法的过程，然后从完备性、最优性、时间复杂度、空间复杂度等角度比较优劣。如果有不理解的地方，可以参考canvas上的教材，上面对每个算法都描述得很详细。

1. 有信息搜索
2. 算法包含：贪婪搜索、A\*搜索等

从lecture 2b-1第52页开始，要理解以上算法的过程

A\*算法最优性的证明不要求记忆

1. 要理解有信息与无信息搜索的区别在哪里，可以参考第二次作业的第一题
2. 启发函数：理解启发函数的定义、作用，理解启发函数的可接受性（admissible）和一致性（consistency），理解启发函数的比较（哪个启发函数更“好”）

Lecture2b-1第52-62页

1. 局部搜索
2. 理解局部搜索与系统搜索（包括有信息与无信息搜索）的区别在哪里，参考第二次作业第一题
3. 算法包括：爬山法、模拟退火算法、局部束搜索、遗传算法，从lecture3-1第5页开始到第40页
4. 爬山法：理解爬山法过程、爬山法可能会遇到怎样的问题
5. 模拟退火算法：是对爬山法的改良，“退火”的目的是什么，过程中选择“坏”移动的概率与哪些因素有关
6. 局部束搜索：关注k个状态，而不是一个状态
7. 遗传算法：遗传算法中的定义（lecture3-1第29页）、有哪些步骤（第32页）、每个步骤的目的是什么
8. 对抗搜索
9. 解决对抗搜索的算法：MiniMax算法，理解算法的流程，课件lecture4第14页到23页，可以结合Tic-Tac-Toe这个例子和第二次作业的第三题来看，看懂了过程就行
10. Alpha-beta剪枝：在算法过程中，alpha代表什么，beta代表什么（课件lecture4第38页）。在算法运行过程中，何时需要比较节点与alpha、beta值的大小关系？何时需要剪枝？除此以外，Alpha-beta剪枝还具有一些性质（课件lecture第45页）。
11. CSP问题
12. 回溯算法：课件lecture5第18页，回溯的目的、算法流程，看懂了过程就行
13. 给元素安排值的顺序：most constrained variable，minimum remaining values（第29页）
14. 前向检查：前向检查的目的（第32页），前向检查的内容（弧相容性），前向检查的算法（AC3算法，44页开始）。关于AC3算法，可以参考第二次作业的第四题，重点是理解过程。
15. 弧相容性：定义（第37页）

第三部分 知识表示、自动推理

1. 一阶逻辑（first-order logic）
2. 定义，在课件lecture7a第3页
3. 逻辑符号，在课件lecture7a第7页，要能看懂
4. 蕴含符号的含义，即“╞ ”

前向后向链接算法没看

1. 知识表示
2. 定义：课件8b第7页
3. 常见的知识表示系统：语义网络（课件23-24页）、专家系统（43页）、知识图谱（第65页），对以上概念做了解即可
4. 不确定性知识与推理：贝叶斯网络
5. 概率基础知识：在课件9a-1上，包括概率定义、贝叶斯公式、联合概率定义、条件独立定义
6. 贝叶斯网络中的联合概率因子分解：课件9b-1第11-14页
7. 马尔可夫毯定义、包含哪些节点：第16页
8. 贝叶斯网络中的条件独立判断：第20页。课件中和作业中涉及的例子都比较简单，如果想得到普适性的方法、研究较复杂网络结构中的条件独立关系可以参考该材料：<http://web.mit.edu/jmn/www/6.034/d-separation.pdf>
9. 贝叶斯网络的推理：精确推理（消元法、信念传播、树算法），近似推理（贝叶斯网络采样）。课堂与作业主要涉及消元法与贝叶斯网络采样两部分。
10. 消元法：课件36-47页，第三次作业第三题最后一问，重点是理解清楚过程。
11. 贝叶斯采样：课件lecture10的62页开始，包含先验采样、拒绝采样、似然采样、吉布斯采样四种。四种采样方式都要理解清楚完整的过程与概率计算。具体如何计算应当按照课件上标注的算法来。

一些重点：拒绝采样（何时拒绝、拒绝以后的操作）、似然采样（证据变量如何处理、likelihood如何计算）、吉布斯采样（何时采样、证据变量如何处理、采样哪些节点、条件概率如何计算）。建议把第三次作业第四题的解答看明白，肯定就理解清楚完整的采样过程了。

信念传播、联合树算法

1. 不确定性知识与推理：HMM（时间上的概率推理）
2. HMM中的建模方式、基本概念：课件11第6页
3. 评价HMM中某个序列出现的概率：前向、后向算法
4. 根据给定的明状态解码相应的隐状态：维特比算法

这一块课件上的内容和算法都比较难，公式也很多，我们不会考察具体的算法中如何进行计算。能把以上涉及到的概念和作业题目理解即可。

第四部分 机器学习

11. 机器学习基础概念（课件12-1，这一块主要是要理解的概念）

1. 机器学习定义：第5页到第10页，理解即可、不要求完整记忆
2. 机器学习分类：第21页，无监督学习、有监督学习、强化学习，他们给自的定义是什么、他们之间如何区分，我们课堂内讲的机器学习算法可以归入他们哪一类
3. 训练集、测试集：第24页，各自的定义、用来完成什么样的任务
4. 浅层学习（传统机器学习）与深度学习：第44-50页，深度学习的显著特征是什么
5. Bias-variance平衡：第59页，bias、variance代表什么，他们与什么因素有关
6. 模型泛化能力：第60页，通过结构风险最小化（SRM）控制
7. 正则化：64页与73页，L1与L2正则化是什么，他们适合用来完成什么样的任务
8. 交叉验证：留出法、留一法、k折交叉验证的区别（69-71页）
9. 特征选择：原因（78页）
10. 过拟合、欠拟合的定义，如何解决过拟合与欠拟合问题（参考第四次作业第一大题的解答）
11. 神经网络（课件13-1）
12. 感知机的结构、神经网络的结构与神经网络中参数更新的方式：课件8-15页，结合第四次作业第二题，最好把完整的参数更新过程自己推一遍、加深理解
13. CNN：在图像（CV）领域应用非常成功
14. RNN：适合处理时序性数据，原始RNN可能会遇到梯度衰减或者梯度爆炸任务，LSTM解决了这个问题

CNN与RNN这一块只需要简单了解即可、不要求推导。CNN与RNN这一块五花八门的模型（比如ResNet、VGG）啥的也不需要记忆。

1. 无监督学习（课件14）
2. 无监督学习任务举例：聚类、降维、自监督学习
3. 层次化聚类、Kmeans聚类、DBSCAN聚类的比较（参考作业）
4. PCA降维的目的、主元的选择标准
5. 强化学习（课件15）
6. 强化学习完成了定义、完成了什么任务
7. 马尔可夫过程（MDP）的定义（第12页），value/utility的定义，policy的定义
8. 马尔可夫决策过程：理解value iteration和policy iteration的计算过程，这一块很难，但是我们没有出相关的作业，可以在网上找个例子结合起来看。

Value iteration的计算：先初始化每个点的value。在每一轮迭代中，根据24页的公式计算每个点新的value。迭代结束后用22页上部分的公式计算每个点应当采用的最优策略

Policy iteration的计算：先初始化每个点的value。每一轮迭代中，根据28页上方的公式计算每个点的utility(value），这一步也被称为policy evaluation。然后根据课件27页的公式计算每个点在该轮迭代中应该采样的policy，这一步也被称为policy improvement。在结束迭代以后得到每个点的policy选择。

1. 用神经网络进行强化学习：了解即可