清華大學

本科生专用试卷

考场纪律	
	一、学生应试时必须携带学生证，以备查对，学生必须按照监考教师指定的座位就坐。 二、除答卷必须用的笔、橡皮及教师指定的考试用具外，不得携带任何书籍、笔记、草稿纸等。 三、答卷时不准互借文具（包括计算器）。题纸上如有字迹不清等问题，学生应举手请监考教师解决。 四、学生应独立答卷，严禁左顾右盼、交头接耳、抄袭或看别人答卷等各种形式的作弊行为，如有违反，当场取消其考试资格，答卷作废。 五、在规定的时间内答卷，不得拖延。交卷时间到，学生须在原座位安静地等候监考教师收卷后，方可离开考场。

系别 自动化系　班号 自02　学号 2020011075　姓名 彭程　成绩 ____

考试课程 人工智能基础　日期 2022 年 1 月 5 日　阅卷教师 ____

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	总分
成绩													

Tsinghua University
Undergraduate Students Examination Paper

Before you begin, please read the following instructions carefully:

1. Students need to bring valid student IDs and follow the seating arrangements.
2. Only pens, erasers, and materials specifically appointed by the lecturer are allowed in the exam. Any personal belongings such as books, notes, or scratch paper are restricted.
3. Students are not permitted to share any stationary (including calculators) with others once the exam has begun. For any questions regarding the exam paper, please raise hands to notify the examiner.
4. Students should take the exam independently, and are strictly prohibited to give or receive assistance of any kind during the exam. Any cheating, any attempt to cheat, or engaging in improper conducts, including but not limited to looking around, talking, copying other students' answers, will be subject to disqualification immediately.
5. Students are expected to stop writing immediately once the exam time is up. Before leaving the room, all students must wait in their seats for the exam paper to be collected by the examiner.

Department________ Class________ Student No.________ Name________ Score______

Course____________ Date_____MM/_____DD/_____/YY Evaluated by ________

Part	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	VIIII	X	XI	XII	Total Score
Score													

学

鼎

清华大学自动化系在线考试诚信承诺书

我承诺，在考试期间，不使用、提供或接受未经授权的任何帮助或信息，不请人代考或者代替别人考试，按要求独立答卷，不与他人进行交流。

我承诺，严格遵守校规校纪，诚信考试！若有违反考试纪律行为，同意按照据《清华大学学生纪律处分管理规定》《清华大学学生纪律处分管理规定实施细则》给予处理。

我承诺，未经任课教师允许不得保留或扩散试题！

知

考生签字：彭程

2022年 1月5日

在下面方框内抄写上面的承诺书，签字，并写明日期。

抄写承诺书

我承诺，在考试期间，不使用、提供或接受未经授权的任何帮助或信息，不请人代考或者代替别人考试，按要求独立答卷，不与他人进行交流。

我承诺，严格遵守校规校纪，诚信考试！若有违反考试纪律行为，同意按照《清华大学学生纪律处分管理规定》《清华大学学生纪律处分管理规定实施细则》给予处理。

我承诺，未经任课教师允许不得保留或扩散试题。

签字：彭程

日期：2022.1.5

第一题 彭程 2020011075

(1)

谓词：第一场输球：lossone(x)

小组赛赢2场球：wintwo(x).

小组赛晋级：next(x)

压力很大：pressure(x).

有韧性：ren(x).

有实力：good(x).

小组赛后不输球：alwayswin(x).

得冠军：champion(x).

阿根廷：Arg.

知识库：

$\forall x$, lossone(x) ⇒ pressure(x) —①

$\forall x$, wintwo(x) ⇒ next(x). —②

$\forall x$, pressure(x) ∧ next(x) ⇒ ren(x). —③

$\forall x$, ren(x) ∧ next(x) ⇒ good(x). —④

$\forall x$, good(x) ∧ alwayswin(x) ⇒ champion(x). —⑤

lossone(Arg) ⑥ wintwo(Arg) ⑦ alwayswin(Arg) ⑧

(2)

①⑥假言推理：pressure(Arg) —⑨

②⑦假言推理：next(Arg) —⑩

⑨⑩合取：pressure(Arg) ∧ next(Arg) —⑪

⑪③假言推理：ren(x) —⑫

⑫⑩合取：ren(Arg) ∧ next(Arg) —⑬

⑬④假言推理：good(Arg) —⑭

⑭⑧合取：good(Arg) ∧ alwayswin(Arg) —⑮

⑮⑤假言推理：champion(Arg)

即得到阿根廷冠军。

第二题 彭程 2020011075.

1)

状态：X：为ABC组成的不超过8位的密码.

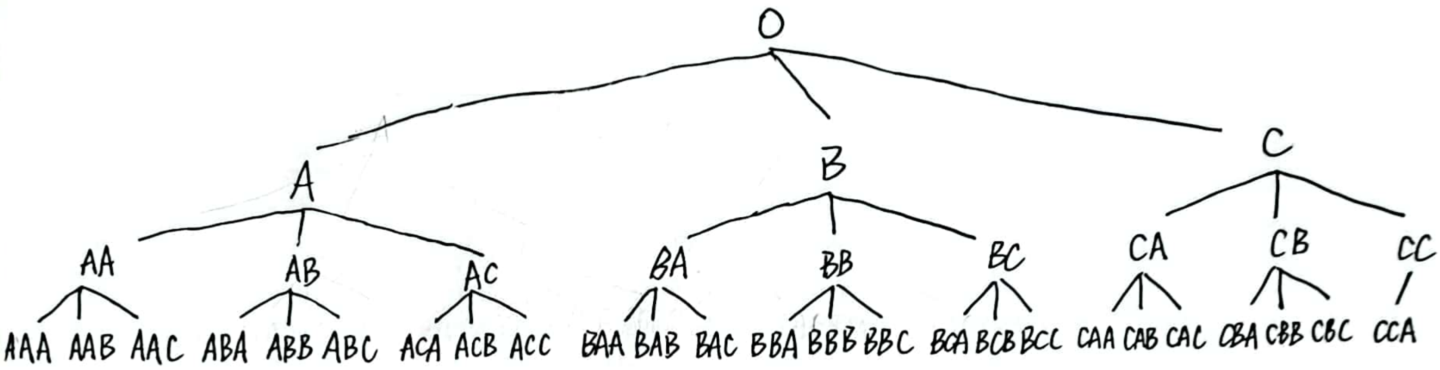
初始状态：0 (空，没有字母).

目标状态：$X \in \{AAACBB, ABBC, CABAC, BABA, CCA\}$.

状态转换：在上一状态后加上A.B.C其中之一.

2)

宽度优先搜索：找到CCA



3). 递归深度优先搜索

搜索路径沿 0 — A — AA 向下，故会先将所有AA开头的搜完.

故结果为AAACBB.

4) 设X每包含一个A,B,C，代价分别加1，2，3.

故密码代价分别为 $g(AAACBB)=1+1+1+3+2+2=10$

$g(ABBC) = 1+2+2+3 = 8$

$g(CABAC) = 3+1+2+1+3 = 9$

$g(BABA) = 2+1+2+1 = 6$

$g(CCA) = 3+3+1 = 7$.

一致代价搜索先拓展代价小的节点，故找到 BABA

第三题　彭程　2020011075.

1)

状态：$S=\{$口, 肺, 心, 胃, 肝, 肾, 肠$\}$，即所处位置.

行动集：即为从当前位置移一步至可达的相邻位置.

转移概率：从状态1采取一步行动到状态2的概率，
即从一个位置一步移动到另一位置的概率.

2).

	口	肺	心	胃	肝	肾	肠
口	1	0	0	0	0	0	0
肺	$\frac{1}{2}$	0	$\frac{1}{2}$	0	0	0	0
心	0	$\frac{1}{2}$	0	$\frac{1}{2}$	0	0	0
胃	0	0	$\frac{1}{2}$	0	$\frac{1}{2}$	0	0
肝	0	0	0	$\frac{1}{2}$	0	$\frac{1}{2}$	0
肾	0	0	0	0	$\frac{1}{2}$	0	$\frac{1}{2}$
肠	0	0	0	0	0	0	1

3) 状态价值贝尔曼期望方程：$V_\pi(s)=\sum_{a\in A}\pi(a|s)\left(r_s^a+\gamma\sum_{s'\in S}P_{ss'}^a V_\pi(s')\right)$.

$V_\pi(口)=0$

$V_\pi(肺)=\frac{1}{2}V_\pi(口)+\frac{1}{2}V_\pi(心)$

$V_\pi(心)=\frac{1}{2}V_\pi(肺)+\frac{1}{2}V_\pi(胃)$.

$V_\pi(胃)=\frac{1}{2}V_\pi(心)+\frac{1}{2}V_\pi(肝)$.

$V_\pi(肝)=\frac{1}{2}V_\pi(胃)+\frac{1}{2}V_\pi(肾)$.

$V_\pi(肾)=\frac{1}{2}V_\pi(肝)+\frac{1}{2}(6+V_\pi(肠))$.

$V_\pi(肠)=0$

解得：
$V_\pi(口)=0$
$V_\pi(肺)=1$
$V_\pi(心)=2$
$V_\pi(胃)=3$
$V_\pi(肝)=4$
$V_\pi(肾)=5$
$V_\pi(肠)=0$.

4). 行动价值贝尔曼期望方程：$q_\pi(s,a)=r_s^a+\gamma\sum_{s\in S}P_{ss'}^a\sum_{a'\in A}\pi(a'|s')\,q_\pi(s',a')$.

此外：$q_\pi(s,a)=r_s^a+\gamma\sum_{s'\in S}P_{ss'}^a V_\pi(s')$.

故：$q_\pi(肺, 肺\to口)=V_\pi(口)=0$

$q_\pi(肺, 肺\to心)=V_\pi(心)=2$.

$q_\pi(心, 心\to肺)=V_\pi(肺)=1$

$q_\pi(心, 心\to胃)=V_\pi(胃)=3$

$q_\pi(胃, 胃\to心)=V_\pi(心)=2$

$q_\pi(胃, 胃\to肝)=V_\pi(肝)=4$.

$q_\pi(肝, 肝\to胃)=V_\pi(胃)=3$

$q_\pi(肝, 肝\to肾)=V_\pi(肾)=5$

$q_\pi(肾, 肾\to肝)=V_\pi(肝)=4$.

$q_\pi(肾, 肾\to肠)=6+V_\pi(肠)=6$

5)

可采用价值迭代的同步迭代或异步迭代。

同步迭代为算完所有状态更新一次价值：$V_{k+1}(s) = \max_{a \in A} \left(r_s^a + \gamma \sum_{s' \in S} P_{ss'}^a V_k(s') \right)$.

异步迭代为每算完一个状态更新一次价值：$V(s) = \max_{a \in A} \left(r_s^a + \gamma \sum_{s' \in S} P_{ss'}^a V(s') \right)$.

6).

蒙特卡洛：$V(S_t) + \alpha (G_t - V(S_t))$.

需要运行完整的一幕来更新价值.

时序差分：$V(S_t) \leftarrow V(S_t) + \alpha (R_{t+1} + r V(S_{t+1}) - V(S_t))$.

只从下一步序列学习，不需运行完整的一幕来更新价值

7). 节点数多，难以维护Q表，故采用DQN.

使用批量式价值函数近似，

用$X(s,a)$提取特征.

采用最小二乘估计：$W = (X^T (X - rX'))^{-1} X^T r$

$\hat{Q}(s,a) = W^T X$

然后要根据计算的Q表提取策略 $\pi_*(S_t) = \arg\max_{a \in A} Q(s,a)$.

第四题 彭程 2020011075.

1).

状态：$\{(x_1, y_1), (x_2, y_2)\}$ 为两机器人坐标.

行动：$\{a_1, a_2\}$ $a_1, a_2 \in \{$上,下,左,右$\}$, 为两机器人移动.

代价：一次控制的代价为2.（一个机器人动一步代价为1）.

2).

取：$h = |x_1 - x_2| + |y_1 - y_2|$.

一致性要求为 $h(n) \le c(n, n') + h(n')$.

考虑移动一步. $c(n, n') = 2$.

$$h(n) - h(n') = |x_1 - x_2| - |x_1' - x_2'| + |y_1 - y_2| - |y_1' - y_2'|$$

$$\le |(x_1 - x_1') - (x_2 - x_2')| + |(y_1 - y_1') - (y_2 - y_2')|$$

$$\le |x_1 - x_1'| + |x_2 - x_2'| + |y_1 - y_1'| + |y_2 - y_2'|$$

$$= 2.$$

故对于一步 $h(n) \le c(n, n') + h(n')$.

对于n步，将不等式叠加可得仍成立.

故满足一致性.

3) g h

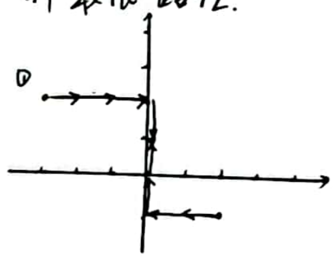
第一层：$6+2=8$

第二层：$4+4=8$

第三层：$2+6=8$

第四层：$0+8=8$

一种最优路径.



(-3,2) (2,-1)

↓

(-2,2) (1,-1)

↓

(-1,2) (0,-1)

↓

(0,2) (0,0)

↓

(0,1) (0,1)

4).

$h = \frac{k'}{4}$ 其中 k' 为可移动机器人数.

由于每次最多到4个，故 $h^* > \frac{k'}{4} = h$.

第五题 彭程 2020011075.

1)

① 第一步卷积

$s_{11} = w+2b+4c+5d$

$s_{12} = 2w+3b+5c+6d$

$s_{21} = 4w+5b+7c+8d$

$s_{22} = 5w+6b+8c+9d$.

$t_{11} = w+2f+4g+5h$

$t_{12} = 2w+3f+5g+6h$

$t_{13} = 4w+5f+7g+8h$

$t_{14} = 5w+6f+8g+9h$

② 第二步卷积：$x_{11} = s\cdot s_{11} + t\cdot t_{11}$

$x_{12} = s\cdot s_{12} + t\cdot t_{12}$

$x_{21} = s\cdot s_{21} + t\cdot t_{21}$

$x_{22} = s\cdot s_{22} + t\cdot t_{22}$.

③ 池化：$x = \frac{1}{4}(x_{11}+x_{12}+x_{21}+x_{22})$.

$$= s(3w+4b+6c+7d) + t(3w+4f+6g+7h).$$

④ 激活：$z = \dfrac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$ ，x为③中x

⑤ Logistic：$\sigma(z) = \dfrac{1}{1+e^{-z}}$ ，z 为 ④中z

⑥ 交叉熵 $L = -y_i \log \pi(x_i) - (1-y_i)\log(1-\pi(x_i))$

$$= -y\log\sigma(z) - (1-y)\log(1-\sigma(z))$$ ，σ(z)为5中σ(z).

2)

$$\frac{\partial L}{\partial w} = \frac{\partial L}{\partial \sigma}\cdot\frac{\partial \sigma}{\partial z}\cdot\frac{\partial z}{\partial x}\cdot\frac{\partial x}{\partial w} = \left[-\frac{y}{\sigma(z)} + \frac{1-y}{1-\sigma(z)}\right]\cdot\sigma(z)(1-\sigma(z))\cdot(1-z^2)\cdot 3(s+t)$$

$$= [\sigma(z)-y]\cdot(1-z^2)\cdot 3(s+t)$$

$$= \left(\frac{1}{1+e^{-z}} - y\right)(1-z^2)\cdot 3(s+t).$$

$$w' = w - \alpha\frac{\partial L}{\partial w} = w - \alpha\cdot\left(\frac{1}{1+e^{-z}} - y\right)(1-z^2)\cdot 3(s+t).$$

其中 $z = \dfrac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$ ，z, x 为 1) 问中 ④.③ 计算出的 z 和 x.

3).

两步卷积结果的大小发生变化，

same 填充宽度=1，则两步卷积结果均为3×3。

其中数值也按计算公式发生变化。

池化变为了对 3×3 数据求平均。

上述反向传播最后一项 3(s+t) 发生变化，变为 5(s+t)。

z, x 也随计算过程发生改变。

4) 需将损失函数由交叉熵换为 MSE Loss。

同时将 tanh 和 Logistic 换成线性层，避免输出值域受限。

若用MSE求解2分类：

优化MSE等价于高斯分布的最大似然估计，

而二分类问题应服从伯努利分布，不满足高斯分布，故效果不好。

5). 卷积数量从 1, 2, 4, 8 … 2^n 提升，比较各组损失，

若在 2^m 和 2^{m+1} 性能开始下降，则从 2^m+1, 2^m+2 开始试验至 2^{m+1}

取性能最优的卷积数量。