第一次作业

（2.11、2.16、2.23）

2.11 用谓词表示法求解农夫、狼、山羊、白菜问题。农夫、狼、山羊、白菜全部放在一条河的左岸，现在要把他们全部送到河的右岸去，农夫有一条船，过河时，除农夫外船上至多能载狼、山羊、白菜中的一种。狼要吃山羊，山羊要吃白菜，除非农夫在那里。试规划出一个确保全部安全过河的计划。请写出所用谓词的定义，并给出每个谓词的功能及变量的个体域。

参考解：(1) 先定义描述状态的谓词

要描述这个问题，需要能够说明农夫、狼、羊、白菜和船在什么位置，为简化问题表示，取消船在河中行驶的状态，只描述左岸和右岸的状态。并且，由于左岸和右岸的状态互补，因此可仅对左岸或右岸的状态做直接描述。本题选择对左岸进行直接描述的方法，即定义谓词如下：

AL(x)：x 在左岸

其中，x 的个体域是{农夫，船，狼，羊，白菜}。对应地，¬AL(x)表示 x 在右岸。

问题的初始状态：

AL(农夫)

AL(船)

AL(狼)

AL(羊)

AL(白菜)

问题的目标状态：

¬AL(农夫)

¬AL(船)

¬AL(狼)

¬AL(羊)

¬AL(白菜)

(2) 再定义描述操作的谓词

本题需要以下 4 个描述操作的谓词：

L-R：农夫自己划船从左岸到右岸

L-R(x)：农夫带着 x 划船从左岸到右岸

R-L：农夫自己划船从右岸到左岸

R-L(x) ：农夫带着 x 划船从右岸到左岸

其中，x 的个体域是{狼，羊，白菜}。

对上述每个操作，都包括条件和动作两部分。它们对应的条件和动作如下：

L-R：农夫划船从左岸到右岸

条件：AL(船)，AL(农夫)，AL(狼)，AL(白菜)，¬AL(羊)

或：AL(船)，AL(农夫)，¬AL(狼)，¬AL(白菜)，AL(羊)

动作：删除表：AL(船)，AL(农夫)

添加表：¬AL(船)，¬AL(农夫)

L-R(狼)：农夫带着狼划船从左岸到右岸

条件：AL(船)，AL(农夫)，AL(狼)，AL(羊)，¬AL(白菜)

或：AL(船)，AL(农夫)，AL(狼)，¬AL(羊)，AL(白菜)

动作：删除表：AL(船)，AL(农夫)，AL(狼)

添加表：¬AL(船)，¬AL(农夫)，¬AL(狼)

L-R(羊)：农夫带着羊划船从左岸到右岸

条件：AL(船)，AL(农夫)，AL(羊)

动作：删除表：AL(船)，AL(农夫)，AL(羊)

添加表：¬AL(船)，¬AL(农夫)，¬AL(羊)

L-R(白菜)：农夫带着白菜划船从左岸到右岸

条件：AL(船)，AL(农夫)，AL(白菜)，AL(羊)，¬AL(狼)

或： AL(船)，AL(农夫)，AL(白菜)，¬AL(羊)，AL(狼)

动作：删除表：AL(船)，AL(农夫)，AL(白菜)

添加表：¬AL(船)，¬AL(农夫)，¬AL(白菜)

R-L、R-L(狼)、R-L(羊)、R-L(白菜)等操作与上述操作的条件和动作恰好相反，故省略。

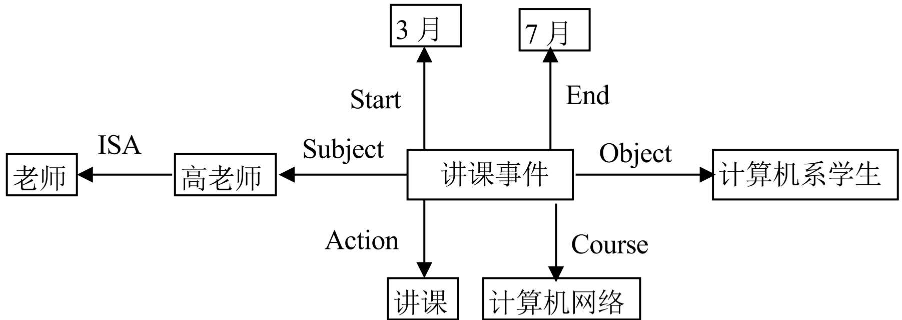
(3) 问题求解过程

AL(农夫) AL(船) AL(狼) AL(羊) AL(白菜)	L-R(羊) ⇒	AL(狼) AL(白菜) ¬AL(农夫) ¬AL(船) ¬AL(羊)	R-L ⇒	AL(农夫) AL(船) AL(狼) AL(白菜) ¬AL(羊)	L-R(狼) ⇒	AL(白菜) ¬AL(农夫) ¬AL(船) ¬AL(狼) ¬AL(羊)	R-L(羊) ⇒	
AL(农夫) AL(船) AL(羊) AL(白菜) ¬AL(狼)	L-R(白菜) ⇒	AL(羊) ¬AL(农夫) ¬AL(船) ¬AL(白菜) ¬AL(狼)	R-L ⇒	AL(农夫) AL(船) AL(羊) ¬AL(白菜) ¬AL(狼)	L-R(羊) ⇒	¬AL(农夫) ¬AL(船) ¬AL(羊) ¬AL(白菜) ¬AL(狼)		

2.16 请对下列命题分别写出它们的语义网络：

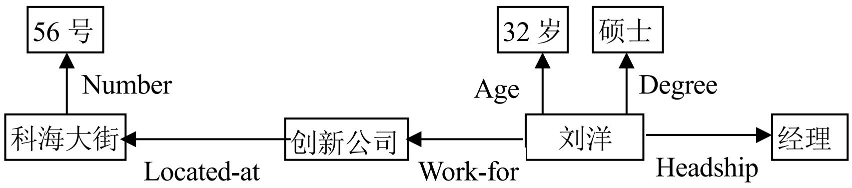
(1) 高老师从 3 月到 7 月给计算机系学生讲《计算机网络》课。

参考解：



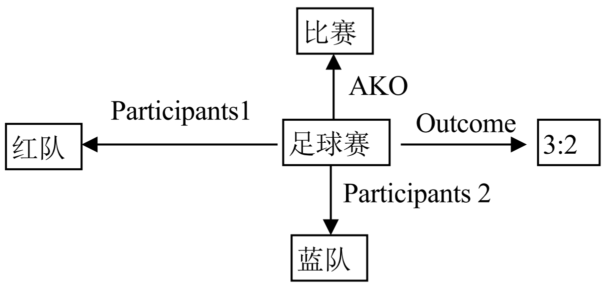
(2) 创新公司在科海大街 56 号，刘洋是该公司的经理，他 32 岁、硕士学位。

参考解：



(3) 红队与蓝队进行足球比赛，最后以 3：2 的比分结束。

参考解：



2.23 假设有以下一段天气预报：“北京地区今天白天晴，偏北风 3 级，最高气温 12º，最低气温-2º，降水概率 15%。”请用框架表示这一知识。

参考解：

Frame<天气预报>

地域：北京

时段：今天白天

天气：晴

风向：偏北

风力：3 级

气温：最高：12 度

最低：-2 度

降水概率：15%

第二次作业

（2.40、2.41）

2.40 对下列各题分别证明 G 是否为 $F_1,F_2,\ldots,F_n$ 的逻辑结论：

(1) F: $(\exists x)(\exists y)(P(x, y)$

G: $(\forall y)(\exists x)(P(x, y)$

参考解：先将 F 和¬G 化成子句集：

由 F 得 $S_1=\{ P(a,b)\}$，

由¬G 得 $S_2=\{ \neg P(x,c)\}$，

故 $S=\{P(a,b), \neg P(x,c)\}$，

再对 S 进行归结：

由于归结不出空子句，所以 G 不是 F 的逻辑结论。

(2) F: $(\forall x)(P(x)\wedge(Q(a)\vee Q(b)))$

G: $(\exists x)\ (P(x)\wedge Q(x))$

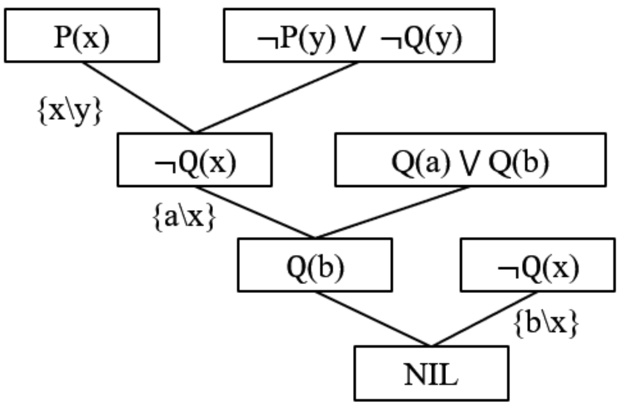
参考解：先将 F 和¬G 化成子句集：

由 F 得 $S_1=\{P(x), Q(a)\vee Q(b)\}$，

由¬G 得 $S_2=\{\neg P(y)\vee\neg Q(y)\}$，

故 $S=\{P(x), Q(a)\vee Q(b), \neg P(y)\vee\neg Q(y)\}$，

再对 S 进行归结：



所以，G 是 F 的逻辑结论。

(3) F: $(\exists x)(\exists y)(P(f(x))\wedge(Q(f(y)))$

G: $P(f(a))\wedge P(y)\wedge Q(y)$

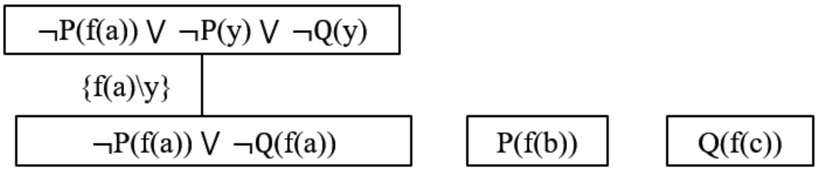
参考解：先将 F 和¬G 化成子句集：

由 F 得 S_1={P(f(b)), Q(f(c))}，

由¬G 得 S_2={¬P(f(a))∨¬P(y)∨¬Q(y)}，

故 S={P(f(b)), Q(f(c)), ¬P(f(a))∨¬P(y)∨¬Q(y)}，

再对 S 进行归结：



由于归结不出空子句，所以 G 不是 F 的逻辑结论。

(4) F_1: (∀x)(P(x)→(∀y)(Q(y)→¬L(x,y)))

F_2: (∃x) (P(x)∧(∀y)(R(y)→L(x,y)))

G: (∀x)(R(x)→¬Q(x))

参考解：先将 F_1、F_2 和¬G 化成子句集：

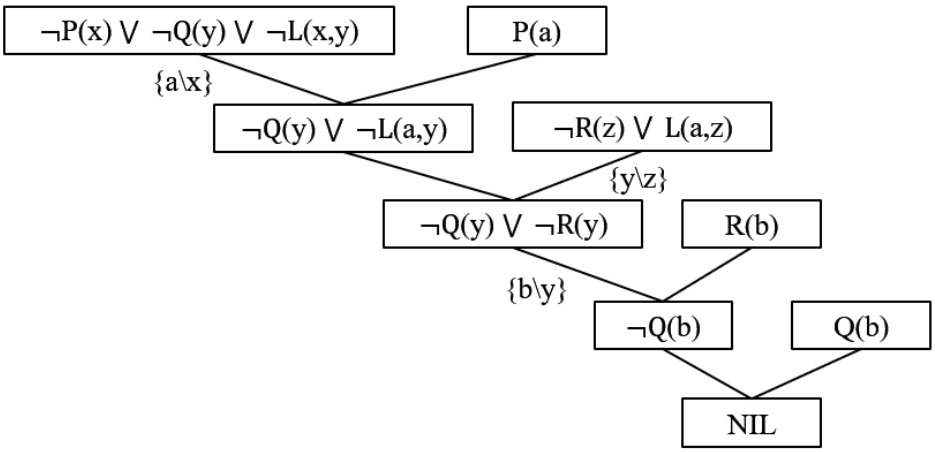
由 F_1 得 S_1={¬P(x)∨¬Q(y)∨¬L(x,y) }，

由 F_2 得 S_2={P(a), ¬R(z)∨L(a,z)}，

由¬G 得 S_3={R(b),Q(b)}，

故 S={¬P(x)∨¬Q(y)∨¬L(x,y), P(a), ¬R(z)∨L(a,z), R(b),Q(b)}

再对 S 进行归结：



所以，G 是 F_1 和 F_2 的逻辑结论。

(5) F_1: (∀x)(P(x)→(Q(x)∧R(x)))

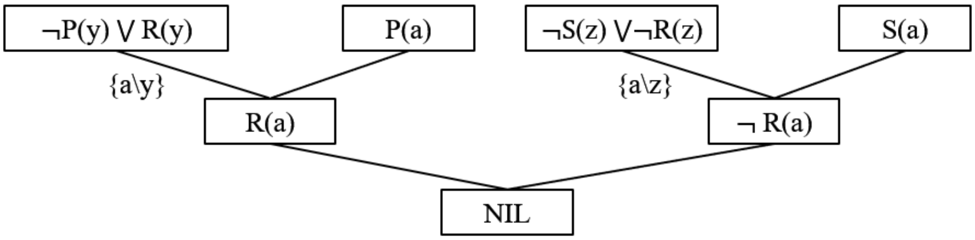
F_2: (∃x) (P(x)∧S(x))

G: (∃x) (S(x)∧R(x))

参考解：先将 F_1、F_2 和¬G 化成子句集：

由 F_1 得 S_1={¬P(x)∨Q(x), ¬P(y)∨R(y) }，

由 F_2 得 $S_2=\{P(a),S(a)\}$，
由$\neg G$ 得 $S_3=\{\neg S(z)\vee\neg R(z)\}$，
故 $S=\{\neg P(x)\vee Q(x), \neg P(y)\vee R(y), P(a),S(a),\neg S(z)\vee\neg R(z)\}$
再对 S 进行归结：



所以，G 是 F_1 和 F_2 的逻辑结论。

2.41 设已知：

(1) 如果 x 是 y 的父亲，y 是 z 的父亲，则 x 是 z 的祖父；

(2) 每个人都有一个父亲。

使用归结演绎推理证明：对于某人 u，一定存在一个人 v，v 是 u 的祖父。

参考解：先定义谓词

F(x,y)：x 是 y 的父亲

GF(x,z)：x 是 z 的祖父

P(x)：x 是一个人

再用谓词把问题描述出来：

已知 F1：$(\forall x)(\forall y)(\forall z)(F(x,y)\wedge F(y,z)\rightarrow GF(x,z))$

F2：$(\forall x)(\exists y)(P(x)\rightarrow P(y)\wedge F(y,x))$

求证结论 G：$(\forall u)(\exists v)(P(u)\rightarrow P(v)\wedge GF(v,u))$

然后再将 F1，F2 和$\neg$G 化成子句集：

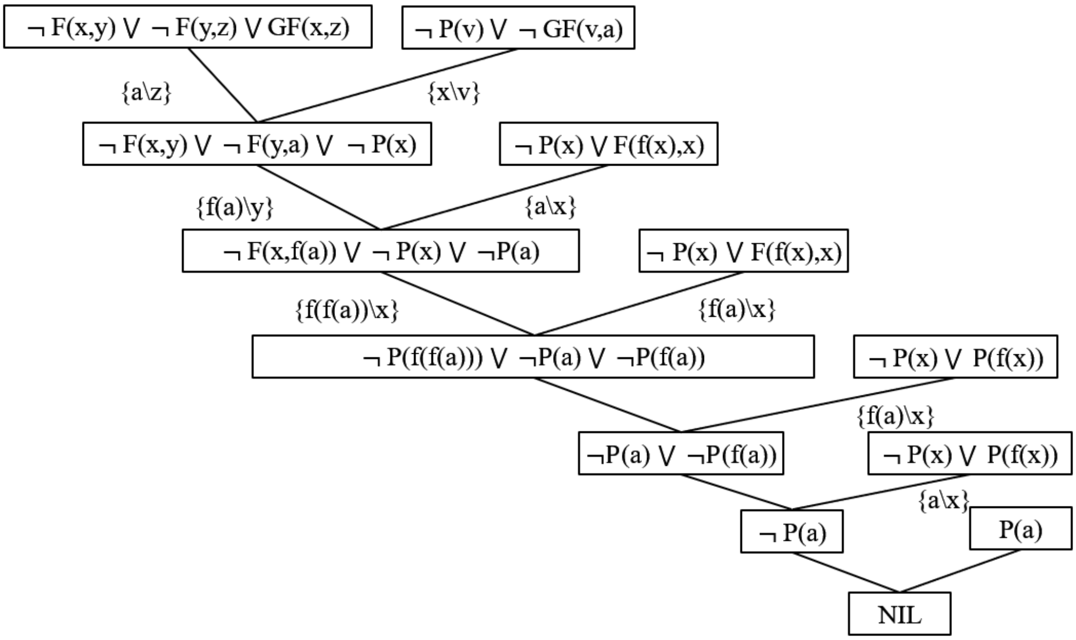
由 F_1 得 $S_1=\{\neg F(x,y)\vee\neg F(y,z)\vee GF(x,z)\}$，

由 F_2 得 $S_2=\{\neg P(x)\vee P(f(x)), \neg P(x)\vee F(f(x),x)\}$，

由$\neg G$ 得 $S_3=\{P(a), \neg P(v)\vee\neg GF(v,a)\}$，

故 $S=\{\neg F(x,y)\vee\neg F(y,z)\vee GF(x,z), \neg P(x)\vee P(f(x)), \neg P(x)\vee F(f(x),x), P(a), \neg P(v)\vee\neg GF(v,a)\}$

再对 S 进行归结：



由于导出了空子句，故结论得证。

第三次作业

（4.7、4.9）

4.7 设有如下结构的移动将牌游戏：

B	B	W	W	E

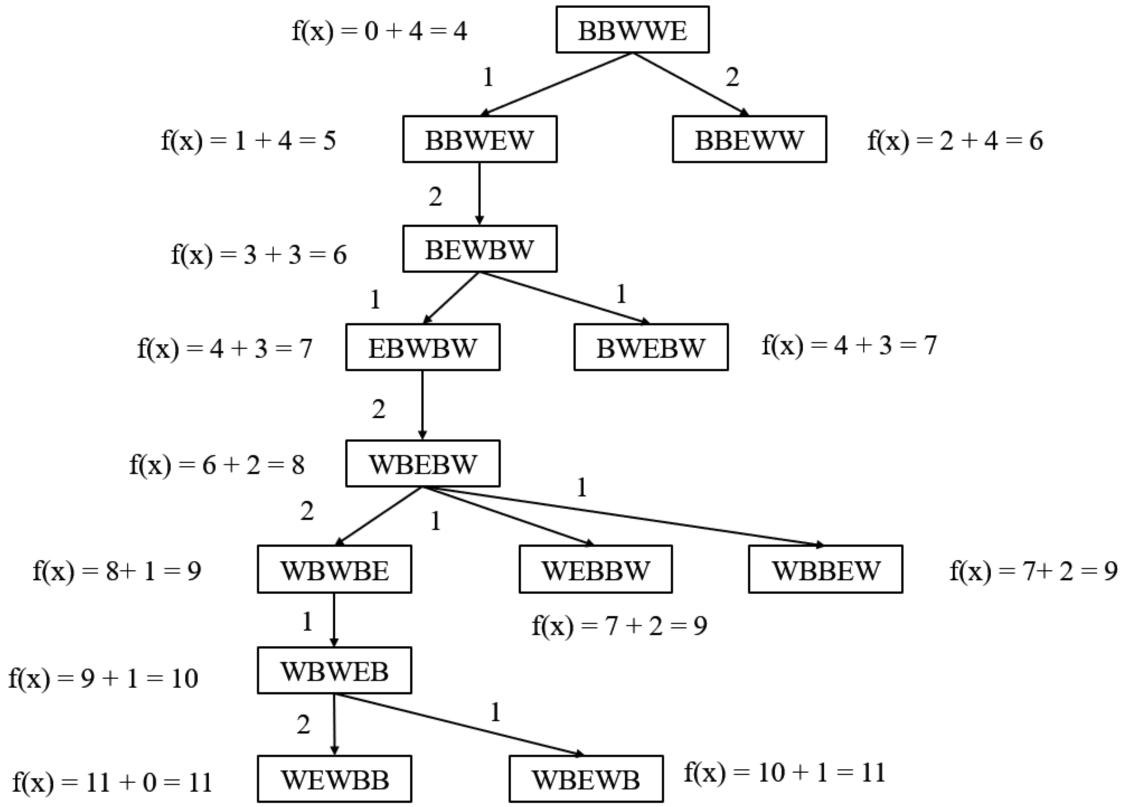
其中，B 表示黑色将牌，W 表是白色将牌，E 表示空格。游戏的规定走法是：

(1) 任意一个将牌可移入相邻的空格，规定其代价为 1；

(2) 任何一个将牌可相隔 1 个其它的将牌跳入空格，其代价为跳过将牌的数目加 1。

游戏要达到的目标是把所有 W 都移到 B 的左边。对这个问题，请定义一个启发函数 h(n)，并给出用这个启发函数产生的搜索树。判别这个启发函数是否满足下界要求？在求出的搜索树中，对所有节点是否满足单调限制？

参考解：设 h(n)=所有黑色将牌 B 右边的白色将牌 W 的数量之和, g(n)=移动到当前搜索树状态时的总代价：

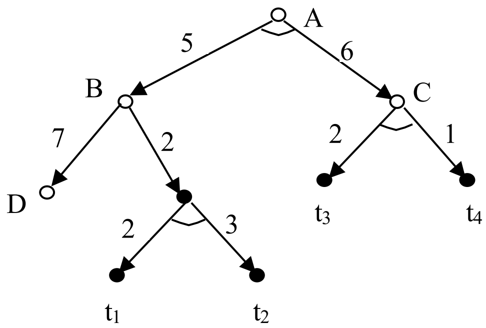


1） 对于判断启发函数是否满足下界要求，欲证: h(n)是对 h*(n)（即从节点 n 到目标节点 S_g 的最小代价）的下界，即对任意节点 n 均有 h(n)<=h*(n);

假设所有黑色将牌 B 右边的白色将牌 W 的数量之和是 a，最理想的情况是每一步都可将某个 W 从某个 B 的右边换到左边，或某个 B 从某个 W 的左边换到右边，这一步的最小代价是 2。因此 h*(n)≥2a>h(n)

2）对于单调性：
易知目标状态 $h(S_g)=0$;
而对任意状态节点 i 及其子节点 j,若 i 到 j 的动作为：
（1）　移到相邻空格，$\Delta h=0$，$c_{ij}=1$
（2）　B 相隔一个 W 向右跳进一个空格，$\Delta h=1$，$c_{ij}=2$
（3）　W 相隔一个 B 向左跳进一个空格，$\Delta h=1$，$c_{ij}=2$
（4）　一个将牌相隔同样的将牌跳进一个空格，$\Delta h=0$，$c_{ij}=2$
均有 $0\le\Delta h<c_{ij}$，满足单调性。
（有些动作 $\Delta h<0$，故省略）

4.9 设有如图 4-26 的与/或/树，请分别按和代价法及最大代价法求解树的代价。



参考解：
解树由 A、B、t_1、t_2、C、t_3、t_4 组成
若按和代价法，则该解树的代价为：
$$h(A) = 5 + 2 + 2 + 3 + 6 + 2 + 1 = 21$$
若按最大代价法，则该解树的代价为：
$$h(A)=\max(h(B)+5, h(C)+6) = \max((\max(2, 3)+2)+5, \max(2, 1)+6)$$
$$=\max((5+5, 2+6)=10$$

第四次作业

（3.25）

3.25

参考解：令 C、S、R、W 表示布尔变量节点“多云”、“洒水”、“下雨”、“草地湿”，并用小写字母 c、s、r、w 表示这些变量取值为“True”。

根据题意，相应变量取值为：s、w、r。

则有概率

$P(r|s,w) = \alpha P(r,s,w) = \alpha(P(r,s,w,c) + P(r,s,w,\neg c))$

$= \alpha P(w|s,r)\ (P(s|c)P(r|c)P(c)+ P(s|\neg c)P(r|\neg c)P(\neg c))$

$= \alpha * 0.9*(0.1*0.8*0.5+0.5*0.2*0.5) = 0.081\ \alpha$

$P(\neg r|s,w) = \alpha P(\neg r,s,w) = \alpha(P(\neg r,s,w,c) + P(\neg r,s,w,\neg c))$

$= \alpha P(w|s, \neg r)\ (P(s|c)P(\neg r|c)P(c)+ P(s|\neg c)P(\neg r|\neg c)P(\neg c))$

$= \alpha * 0.9*(0.1*0.2*0.5+0.5*0.8*0.5) = 0.189\ \alpha$

$P(r|s,w):P(\neg r|s,w) = 3:7$

故 $P(r|s,w) = 0.3$。