

清华大学第三届人工智能挑战赛
清华大学自动化系第十八届新生 C 语言大赛
参赛手册

指导单位

共青团清华大学委员会
清华大学学生科学技术协会
共青团清华大学自动化系委员会

承办单位

清华大学自动化系学生科协

大赛官网

<https://www.thuasta.cn>

目录

I	大赛概况	2
II	比赛规则	2
1	角色说明	2
1.1	塔	2
1.1.1	概述	2
1.1.2	具体说明	4
1.2	作战兵团	5
1.2.1	概述	5
1.2.2	具体说明	6
1.3	工程兵团	7
1.3.1	建造者	7
1.3.2	开拓者	8
2	计分规则	8
3	你需要做什么	8
3.1	概述	8
3.2	玩家添加命令示例	9
3.2.1	塔	9
3.2.2	作战兵团	9
3.2.3	工程兵团：建造者	10
3.2.4	工程兵团：开拓者	10
4	规则具体实现逻辑	11
5	相关数据表	11

Part I

大赛概况

略。

Part II

比赛规则

作为塔防游戏，每个势力在开始时各在一角拥有一座塔，塔周围的一定区域是自己的领地。玩家需要利用塔的生产力，完成生产兵团或升级塔的任务。生产出的作战兵团可以在场上移动，攻击其他势力的塔或兵团（减少他们的生命值）；生产出的工程兵团则可以完成修改地形、修理塔（恢复塔的生命值）的任务。其中，塔的等级越高，就会拥有更高的生产力、战斗力、生命值上限。塔也可以攻击敌方的兵团，如果塔内有己方兵团驻扎，则塔的战斗力会更强。

1 角色说明

游戏中有以下角色：塔 *Tower*，作战兵团（分为战士 *Warrior*、弓箭手 *Archer*、法师），工程兵团（分为建设者 *Builder*、开拓者 *Extender*）。

1.1 塔

1.1.1 概述

塔是在地图上固定的，具有对一定范围内（距离为 2 及以内，即 5*5 的方形内）敌对势力塔或兵团自动攻击能力的建筑，每个势力最初时拥有 1 座塔，每个地图方格内最多有 1 座塔，每个势力最多拥有 10 座塔。当某势力没有塔时，该势力将被判为失败。地图上每个方格都有属于每个势力的占有属性值。每回合都将进行方格所属势力的判定，方格将属于 4 个势力中对该方格占有属性最高的一方。占有属性值由修建防御塔产生。防御塔可向周围地图附加己方的占有属性值，该属性值随着与防御塔距离的增加而衰减，并在 5 格外衰减为 0，具体数据见表1。若有 2 方占有属性值同为最高，则该方格判定为过渡区域，过渡区域不允许建筑防御塔。

塔有以下属性：

(1) 等级 N 。

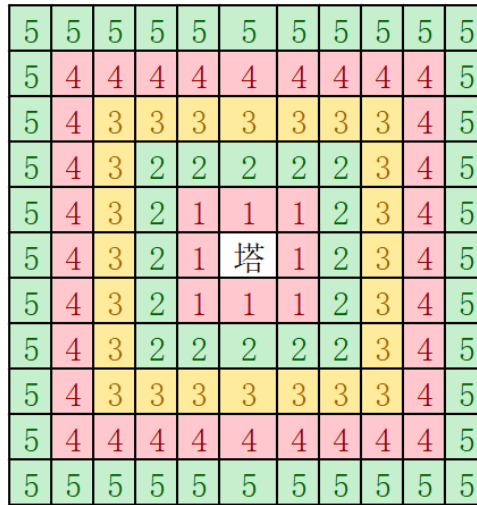


图 1: 距离计算示意图

表 1: 塔周围领地占有值

距防御塔距离 d	0	1	2	3	4	5	6+
施加占有属性值	<i>inf</i>	100	80	50	20	10	0

- (2) 生产力 W_N 。
- (3) 等级生命力上限 HP_N ，当前生命力 hp 。
- (4) 等级战斗力 F_N ，实际战斗力 f 。

```

1
2 struct TowerInfo {
3
4     TTowerID      ID;    //防御塔ID
5     TPlayerID     ownerID; //所属玩家ID
6     TPoint        position; //位置
7     TProductPoint productPoint; //生产力
8     TProductPoint productConsume; //当前生产任务尚需完成的剩余生产力值
9     TBattlePoint  battlePoint; //战斗力
10    THealthPoint  healthPoint; //生命值
11    TLevel        level;    //等级
12    productType    pdtType; //当前生产任务类型
13 };
14

```

防御塔结构体

1.1.2 具体说明

1) 塔的等级 N 为 1-8 的正整数, 从等级 N 升级到 $N+1$ 需要消耗的生产力值为 $40 \cdot N$ 。

2) 塔会根据自身的等级状况获得一个生产力数值 W_N , 代表其一个回合能产生的生产力, 具体的数据如表2所示。生产力 W_N 每回合更新, 如果该回合没有使用生产力, 下一回合不会累积。在同一时刻, 塔可以选择一种生产任务 (包括生产战士、生产弓箭手、生产法师、生产建造者、生产开拓者、升级塔自身) 每一种任务需要消耗不同的生产力点数, 具体情况见表3。兵团生产任务完成之后, 塔所在的方格将立即生成一个对应兵团。防御塔所在方格内允许存在多个兵团, 不必遵循同一单元格仅能存在一个兵团的限制。在 struct TowerInfo 中, 可以访问到该塔当前未完成的生产任务 productType pdtType; 和该任务有待完成的工作余量 TProductPoint productConsume;

3) 等级生命力上限 HP_N 仅与等级正相关, 具体的数据如表2所示。实际生命力 hp 会受到进攻而减小 (具体结算方式如式2和式5所示)、由于建设者的维护而增加。当实际生命力 hp 被进攻方降低至 0 以下时, 对方获得 5 分的击杀分, 我方丧失该塔, 塔等级下降 4 级; 等级下降后, 若不足 1 级, 则塔消失, 该单位恢复原来地形; 若塔尚存在, 则降级后的塔主权归对方所有 (塔被俘虏)。

4) 实际战斗力 f 为战斗中的战斗力。 f 是 F_N 、当前生命值 hp 、等级生命值上限 HP_N 、兵团驻扎情况带来战斗力增益 f_c (具体增益规则如表4所示) 的函数。具体计算方法如下:

$$f = F_N \cdot \frac{hp}{HP_N} + \Sigma f_b \quad (1)$$

兵团攻击塔时, 生命值的结算方式如下:

$$\begin{aligned} hp_{\text{塔}} - &= 30 \cdot k_c \cdot e^{0.04(f_{\text{兵}} - f_{\text{塔}})}; \\ hp_{\text{兵团}} - &= 28 \cdot e^{0.04(f_{\text{塔}} - f_{\text{兵}})}, \text{当兵团非弓箭手} \\ hp_{\text{兵团}} - &= 0, \text{当兵团为弓箭手} \end{aligned} \quad (2)$$

塔只能攻击距离为 2 及以内的兵团。塔攻击兵团时, 生命值的结算方式如下:

$$\begin{aligned} hp_{\text{兵团}} - &= 30 \cdot e^{0.04(f_{\text{塔}} - f_{\text{兵}})}, \text{对于所有兵团种类} \\ hp_{\text{塔}} - &= 0 \end{aligned} \quad (3)$$

5) 兵团驻扎 (无需给兵团添加过驻扎到塔的命令, 只要兵团在塔的位置, 自动判定为驻扎) 到塔, 则被塔护卫。如果兵团驻扎到塔, 则对该兵团发起的进攻会与塔结算, 而不是与该兵团。但是, 如果进攻发起方是防御塔, 服从之前的规则, 不存在塔与塔结算这一说, 这次攻击兵团判定失败 (塔不可以攻击驻扎在别人塔中的兵团)。具体见4。

你可以为塔添加以下操作:

(1) 生产: 在命令中指定命令类型为塔命令, 塔操作类型为生产, 塔 ID, 塔生产任务类型 (`<enum productType>`)。

(2) 攻击：在命令中指定命令类型为塔类型，塔操作类型为攻击，塔 ID，塔的攻击对象序号，即可指定某一做塔攻击某一个对象。

另外，请注意：

(1) 每回合，每座塔最多可以添加一个操作。如果该回合玩家给一个塔添加了多个操作，则第二个及以后的操作会被自动忽略，且占用 50 个操作的余额（相当于填了废志愿），所以请不要添加大于一个操作。

(2) 如果你的操作是无效操作，则也不会起任何作用。无效操作包括试图攻击自己的对象、试图攻击超出攻击范围的对象、不存在对应序号的对象等。

(3) 如果上一回合塔选择了生产，但未完成该生产任务，本回合选择攻击，则上一回合的生产进度会被保留，这样在下一回合假如继续添加生产该任务的命令，会在上一回合基础上继续生产。

(4) 若防御塔的某个生产任务尚未完成，玩家又指定了新任务，则未完成的生产任务的完成度将被缓存起来，然后进行新的任务。之后再选择有一定完成度的任务的时候，只需要完成未完成的部分，即完成剩余的生产力消耗值。即如果上一回合塔选择了生产任务 A，但未完成该生产任务 A，本回合选择生产任务 B，则上一回合的生产进度也会被保留，这样在下一回合假如继续添加生产任务 A 的命令，会在上一回合基础上继续生产。但是，由于接口所限，你只能通过 TowerInfo 访问到最近一次尚未完成的任务类型和余量，所以我们推荐一旦开始一种生产任务，中途不要切换别的生产任务（虽然你仍可以正常地生产它们）。

1.2 作战兵团

在同一个时间，同一个地图方格（防御塔所在方格除外）内的作战兵团、工程兵团数量各自不能超过 1 个。当某个方格内同时存在一个势力的一个作战兵团和工程兵团，则称工程兵团被作战兵团护卫。任何战斗，都优先与作战兵团结算。若在某次战斗中，该护卫队中的作战兵团阵亡。此时进行一次判定，若敌方作战兵团也在作战中阵亡，则护卫队中的工程兵团仍属于原来的玩家；若敌方作战兵团未阵亡，则护卫队中的工程兵团将被敌方俘虏，所属玩家变更为敌方。

1.2.1 概述

兵团有三个种类：战士（近战单位）、弓箭手（远程单位）、法师（高级进攻单位）。其中，弓箭手可以远程轰炸其他单位且自身不受伤害。法师具有较高的移动力。

作战兵团有以下属性：

(1) 行动力 M_c 。

- (2) 满血战斗力 F_c ，实际战斗力 f 。
- (3) 生命力上限 HP_c ，当前生命力 hp 。
- (4) 攻击距离 d_c 。
- (5) 所属玩家 ID。

```

15 struct CorpsInfo
16 {
17     //不需要，如果不存在就不录入信息了 bool exist;    //是否存在
18     TPoint pos;    //兵团坐标
19     int level;    //兵团等级
20     TCorpsID ID; //兵团ID
21     THealthPoint HealthPoint; //生命值
22     TBuildPoint BuildPoint; //劳动力
23     TPlayerID owner;    //所属玩家ID
24     corpsType type;    //兵团种类
25     TMovePoint movePoint; //行动力
26     battleCorpsType m_BattleType; //战斗兵用
27     constructCorpsType m_BuildType; //建造兵用
28 };
29

```

兵团结构体

1.2.2 具体说明

1) 行动力 M_c 表示兵团在某一回合的进行行动的能力，具体见表4。兵团从一个单元格移动到另一个相邻单元格（即上下左右四个方向）将消耗一定行动力。（取决于单元格地形情况，计算方式为：一次移动经过的两个单元格的行动力消耗取平均值，并向上取整，具体见表5）值得注意的是，如果移动后行动力至少还有 1 点则还能发起进攻，而一旦选择进攻将消耗所有行动力。行动力在新回合开始将重置。

2) 生命力上限 HP_c 仅与兵团种类有关，具体见表4。实际生命力 hp 会受到进攻而减小（具体结算方式如式5所示），直至实际生命力 hp 被进攻方降低至 0 以下时，兵团死亡，对方获得 5 分的击杀分。

3) 实际战斗力 f 为战斗中的战斗力。 f 是满血战斗力 F_c 、当前生命值 hp 、生命值上限 HP_c 、兵团所处地形情况带来战斗力增益 f_t （具体增益规则如表5所示）的函数。具体计算方法如下：

$$f = F_c \cdot \frac{hp}{HP_c} + f_t \quad (4)$$

兵团只能攻击在攻击范围内的对象，不同兵团的攻击距离 d_c 如表4所示。兵团 B 受到兵团 A 攻击时，生命值的结算方式如下：

$$\begin{aligned} hp_B - &= 30 \cdot e^{0.04(f_A - f_B)}; \\ hp_A - &= 28 \cdot e^{0.04(f_B - f_A)}, \text{当兵团 A 非弓箭手} \\ hp_A - &= 0, \text{当兵团 A 为弓箭手} \end{aligned} \quad (5)$$

4) 补充说明：若 A 兵团发起对 B 兵团的进攻操作且 B 兵团被消灭，A 兵团存活，则 A 兵团（除弓箭手外）会移动到 B 兵团所在的方格。若 A 兵团为弓箭手则不会移动。

作战兵团能进行的操作有：在地图上移动、对敌方军团发起进攻、对敌方防御塔发起进攻。

1.3 工程兵团

工程兵团分为：建造者、开拓者。建造者用来进行特定的工程建造，而开拓者则用于修建新的防御塔。工程兵团是脆弱的功能性单位。在工程兵团没有受到作战兵团的护卫时，任何敌方作战兵团对其的进攻操作，会直接将其俘虏。俘虏时，直接将所属玩家更改为发起该次进攻的作战兵团的所属玩家，本回合就可以直接操控它。

工程兵团与作战兵团共用 CorpsInfo 结构体。其中，兵团坐标、兵团 ID、行动力 M_c 、所属玩家 ID 为共有属性；生命值 HP 、战斗兵兵种为作战兵团属性；工程兵兵种为工程兵团属性。

1) 行动力 M_c 表示兵团在某一回合的进行行动的能力，具体见表4。在移动后，建造者、开拓者的行动力至少为 1 的情况下才能进行建造的操作。且一旦进行建造的操作，行动力都会被清空，直到下一个回合才会重置。

1.3.1 建造者

开拓者有关参数为行动力 M_c ，劳动力 B 和玩家所属 ID。

2) 劳动力 B 是建造者特有的属性值，表示能够进行工程建造的次数。建造者的劳动力大小初始值为 3。每回合可以消耗劳动力，对所在的单元格进行某项工程建设。建造者发起操作后，建造者扣除一点劳动力。若劳动力为 0，则该建造者单位立刻消失（阻塞赋值）。

3) 建造者可以进行地形修改（只能实现平原-森林的互换）和防御塔维修（单次修理将恢复防御塔该等级最大生命值的 $1/3$ （向下取整））两种操作，两种操作各自需要 1 点劳动力消耗。发起地形修改操作时，建造者必须位于欲修改地形的方格上。发起防御塔维修操作时，建造者必须位于欲维修的防御塔的方格上。地形修改是我方小回合所有命令输入结束统一修改（相当于数电非阻塞赋值），而生命值修复则是立刻进行（相当于数电阻塞赋值），修复后当回合之后塔的命令可以用新的生命值。

1.3.2 开拓者

开拓者有关参数为行动力 M_c 和玩家所属 ID。

4) 开拓者可以进行防御塔建造的工作。在开拓者被生产出来时，生产其的防御塔等级下降 1（本来为 1 则不再下降）。开拓者可以在己方领土的任一无防御塔的方格上进行防御塔建造，发起建造操作时必须位于目标单元格上。建造操作是立即完成的，且会使得开拓者单位立刻消失。

2 计分规则

在游戏进程中防御塔数量降为 0 的玩家，判定出局。第一位出局的玩家获得最低位次，第二位出局的玩家获得次低位次，依次类推。

当游戏进行至 300 回合后，场上还未出局的玩家将按照得分进行排名。

1. 防御塔得分：单个防御塔得分 = 防御塔等级数 * 10。防御塔得分为所有单个防御塔得分之和。

2. 兵团得分：单个兵团得分 = 4 分。兵团得分为所有单个兵团得分之和。

3. 击杀分：每当消灭一个敌方的作战兵团/塔/俘虏一个敌方的工程兵团时，都可以得 5 分。

得分相同的按防御塔攻占数、消灭敌方军团数、俘虏敌方军团数排名。若再相同随机决定排名。

另外规定：塔最多 10 座，作战兵团最多 10 个，工程兵团最多 10 个，一次最多添加 50 个命令。(如果己方兵团已经有 10 个，此时俘虏了一个敌方兵团，则敌方兵团直接消失，而不是转换为我方兵团。塔同理。)

3 你需要做什么

3.1 概述

所有玩家的 AI 都可以从 Info 中读取当前场上各方势力的兵团、塔的信息，并设计算法，并按照统一的接口 CommandList 给裁判程序回传命令，操控己方势力；在游戏中，选手只需要在 ai.cpp 文件中的 void player_ai(Info& info) 函数中填写自己的代码，并最终只需要提交 ai.cpp 文件。

```
30 class CommandList
31 {
32 public:
33     void addCommand(commandType _FC18type, initializer_list<int>
        _FC18parameters);
```

```

34 void removeCommand(int n); //【FC18】移除第n条命令
35 vector<Command> getCommand() { return m_commands; } //【FC18】获取所有命令
36 };

```

添加命令有关代码

3.2 玩家添加命令示例

玩家通过 info.myCommandList.addCommmand(< 命令类型 >,< 参数列表: 参数 1, 参数 2...>) 添加命令。

3.2.1 塔

防御塔攻击兵团:info.myCommandList.addCommmand(towerCommand, {TAttackCorps, 本塔 ID, 目标兵团 ID})

防御塔设定生产任务:info.myCommandList.addCommmand(towerCommand, {TProduct, 本塔 ID, 生产任务类型 (见下方枚举类型)})

```

37 enum productType
38 {// 生产回报
39     PWarrior = 0, //生产战士 1star-战士兵团
40     PArcher = 1, //生产弓箭手 1star-弓箭手兵团
41     PCavalry = 2, //生产骑兵 1star-骑兵兵团
42     PBuilder = 3, //生产建造者 1-建造者兵团
43     PExtender = 4, //生产开拓者 1-开拓者兵团
44     PUpgrade = 5, //塔升级任务 塔等级+1 (max=8)
45     NOTASK = -1
46 };

```

生产任务类型

说明：新建的兵团需要从下一回合开始可以起作用。

3.2.2 作战兵团

移动: info.myCommandList.addCommmand(corpsCommand, {CMove, 本兵团 ID, 方向 (Cup / Cdown / Cleft / Cright) })

兵团攻击兵团:info.myCommandList.addCommmand(corpsCommand, {CAttackCorps, 本兵团 ID, 目标兵团 ID})

兵团攻击防御塔:info.myCommandList.addCommmand(corpsCommand, {CAttackTower, 本兵团 ID, 目标防御塔 ID})

说明：在单个回合中，对于单个作战兵团，仅能添加：若干移动指令（也可以不移动）+ 攻击命令（添加攻击命令需要还有剩余 >0 的行动力。如果移动命令完成后，行动力为 0，则该回合无法进攻。如果输入的命令无效，无效命令会被直接忽略。）

注意：若攻击命令有效，在发动攻击后兵团的行动力将被置为 0，即本回合不能再进行其他操作。对于兵团驻扎在塔内，任何兵团处在己方势力塔的方格上即视为驻扎在塔内，只有当离开该方格才视为退出驻扎。

移动命令无效的情形包括：超出地图范围，行动力为零，目标方格存在对方势力（兵团和塔），目标方格内己方兵团数量不符合要求。

3.2.3 工程兵团：建造者

移动：info.myCommandList.addCommmand(corpsCommand, {CMove, 本兵团 ID, 方向编号（Cup / Cdown / Cleft / Cright）})

修复防御塔：info.myCommandList.addCommmand(corpsCommand, {CRepair, 本兵团 ID})

修改地形：info.myCommandList.addCommmand(corpsCommand, {CChangeTerrain, 本兵团 ID, 目标地形（见下方枚举类型）})

说明：仅支持地形“平原-森林”之间的相互转换。在单个回合中，对于单个建造者，仅能添加：若干移动指令（也可以不移动）+ 修复防御塔/修改地形（二选一。此时需要还有剩余 >0 的行动力。如果移动命令完成后，行动力为 0，则该回合无法修复/修改。如果输入的命令无效，无效命令会被直接忽略。）

修改地形需要在该回合结束之后统一起作用。如果该回合两个兵团对同一个地形执行了更改，以最后一个传入的更改为准。

```
47 enum terrainType
48 {
49     TRTower = 0,          // 塔
50     TRPlain = 1,          // 平原
51     TRMountain = 2,       // 山地A
52     TRForest = 3,         // 森林
53     TRSwamp = 4,          // 沼泽
54     TRRoad = 5,           // 道路
55 };
```

生产任务类型

3.2.4 工程兵团：开拓者

移动：info.myCommandList.addCommmand(corpsCommand, {CMove, 本兵团 ID, 方向（Cup / Cdown / Cleft / Cright）})

建立新防御塔: `info.myCommandList.addCommmand(corpsCommand, { CBuild, 本兵团 ID })`

说明: 在单个回合中, 对于单个开拓者, 仅能添加: 若干移动指令 (也可以不移动) + 建立新防御塔 (此时需要还有剩余 >0 的行动力。如果移动命令完成后, 行动力为 0, 则该回合无法新建防御塔。一旦执行了新建防御塔命令后, 兵团即消失。建立新防御塔的条件: 该方格是己方领地, 该方格尚未建立防御塔。)

新建的防御塔需要从下一回合开始可以起作用。

4 规则具体实现逻辑

(1) 兵团被攻击时, 裁判程序的判定逻辑为: 首先判断目标兵团是否驻扎到塔 (即是否在自己的塔中)。若是, 则与塔结算 (但是, 如果进攻发起方是防御塔, 服从之前的规则, 不存在塔与塔结算这一说, 这次攻击兵团判定失败。塔攻击驻扎别人塔里的兵团是废命令, 被忽略); 若否, 则判断, 是否是工程兵且被作战兵护卫。然后判断目标兵团是否是工程兵且被作战兵护卫。若是, 则与作战兵结算, 若否, 则直接与目标兵团结算。

(2) 攻击塔命令 (塔被占领或摧毁的情况): 塔所在方格的所有敌方兵团 (不允许兵团进入别人塔所在方格, 因此塔中所有兵团都是本塔方的兵团), 都直接杀死。

(3) 攻击塔命令 (塔被占领的情况): 若发起攻击的兵团与被攻击的塔同时生命值减为 0, 则不会由攻方占领塔。这一点, 我们与兵团攻击兵团时同时死亡的情况保持一致。

5 相关数据表

表 2: 塔等级表

等级 N	生产力 W_N	等级战斗力 F_N	等级生命力上限 HP_N
1	10	25	100
2	15	27	120
3	20	29	140
4	25	32	160
5	30	35	180
6	35	38	200
7	40	41	220
8	45	45	240

表 3: 塔生产任务表

生产任务	所需的生产力值
战士	40
弓箭手	60
法师	100
建造者	40
开拓者	40
升级 (N 升级到 N+1)	$N*40$

表 4: 兵团参数表

兵种 Crops	战士	弓箭手	法师	建设者	开拓者
战斗力增益系数 f_c	2	2	4	NA	NA
攻城系数 k_c	0.4	0.7	0.5	NA	NA
攻击距离 d_c	1	2	1	NA	NA
行动力 M_c	2	2	4	2	2
生命力上限 HP_c	60	50	70	NA	NA
满血战斗力 F_c	36	30	44	NA	NA
劳动力 B	NA	NA	NA	3	NA
m_BattleType	0	1	2	NA	NA
m_BuildType	NA	NA	NA	0	1

表 5: 地形参数表

地形	平原	山地	森林	沼泽	道路
地形战斗力增益 f_t	0	5	3	-3	0
地形行动力消耗 m_t	2	4	3	4	1