

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（2021 年 4 月 21 日）

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

1 概述	2
1.1 样例 AI 和最新规则	2
2 游戏规则	3
2.1 防御塔	3
2.2 作战兵团	5
2.3 工程兵团	5
2.3.1 建设者	5
2.3.2 开拓者	6
3 你需要做什么	6
3.1 概述	6
3.2 玩家添加命令示例	6
3.2.1 防御塔	6
3.2.2 作战兵团	6
3.2.3 工程兵团：建设者	7
3.2.4 工程兵团：开拓者	7
4 计分规则	7
5 附录	8

1 概述

FC18 为四方势力在地图上进行回合制对战的策略游戏，玩家需要力求攻占其他玩家的防御塔、占领尽可能大的领地、消灭或俘虏其他玩家的兵团以获得胜利。每个玩家需要编写 AI，根据裁判程序提供的场地信息，决策己方势力在该回合的行动，并返回给裁判程序，以控制己方的行为。

作为塔防游戏，每个势力在开始时各在一角的区域内拥有一座防御塔，防御塔周围的一点区域是自己的领地。玩家需要利用防御塔的生产力，完成生产兵团或升级防御塔的任务。生产出的作战兵团可以在场上移动，攻击其他势力的防御塔或兵团（减少他们的生命值）；生产出的工程兵团则可以修改地形、修理防御塔（恢复防御塔的生命值）、新建新的防御塔。选手各自操控防御塔和兵团，击杀敌方的防御塔或兵团，同时应尽可能建造防御塔，占领尽可能大的地盘。



图 1: 游戏场地示意图

1.1 样例 AI 和最新规则

最新的比赛规则在 https://github.com/HelinXu/FC18_handbook。其中包括了选手对于规则疑问的 Q&A。

样例 AI 在 https://github.com/HelinXu/FC18_player_code_sample。这个样例 AI 可以帮助选手快速入门比赛。

2 游戏规则

游戏中有以下角色：防御塔，作战兵团（分为战士、弓箭手、法师），工程兵团（分为建设者、开拓者）。

游戏中角色的基本操作包括：运动（塔不可以运动，各种兵团均可运动），进攻（塔进攻兵团，作战兵团进攻兵团，作战兵团进攻塔），建设（塔生产各种兵团/升级自身，工程兵团-建设者修改地形，工程兵团-建设者修复塔，工程兵团-开拓者新建防御塔）。

(1) 场地和地形：x 增大方向为右 (CRight)，y 增大方向为上 (CUp)。在 $15 * 15$ 的方格地图上，分布了平原、山地、森林、沼泽、道路五种地形。四方势力在场地上修建防御塔、生产并操作若干种兵团。

(2) 防御塔：共分 8 级，具有生命值、战斗力属性，能生产己方兵团、攻击敌方兵团。防御塔的等级越高，就会拥有更高的生产力、战斗力、生命值；如果防御塔内有己方兵团驻扎，则防御塔的战斗力会更强。

(3) 作战兵团：分为战士、弓箭手、法师三种，具有行动力、战斗力、生命值属性，能移动、攻击敌方兵团或防御塔。

(4) 工程兵团：分为建设者和开拓者。建设者具有行动力和劳动力属性，可以移动、修复己方防御塔或修改地形；开拓者具有行动力，可以移动并建立新的防御塔。

(5) 计分规则：选手各自操控防御塔和兵团，建造防御塔，摧毁敌方的防御塔。在游戏结束时，得分正比于己方防御塔占领的领地大小。

2.1 防御塔

每个势力最初时拥有 1 座防御塔，最多拥有 10 座防御塔。当某势力没有防御塔时，该势力将被判为失败。每座防御塔周围地图会附加己方的占有属性值，该属性值见表1；在某一方格上占有值最高的一方会占领该领地。游戏的目的是通过修建防御塔，占领尽可能大的领地，从而获得分数。

表 1：防御塔周围领地占有值

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

防御塔有以下属性：

(1) 所属玩家 ID。

5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
5	4	3	3	3	3	3	3	3	4	5
5	4	3	2	2	2	2	2	3	4	5
5	4	3	2	1	1	1	2	3	4	5
5	4	3	2	1	塔	1	2	3	4	5
5	4	3	2	1	1	1	2	3	4	5
5	4	3	2	2	2	2	2	3	4	5
5	4	3	3	3	3	3	3	3	4	5
5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

图 2: 距离计算示意图

(2) 等级 N 。等级越高，相关属性越好。具体的数据如表2所示。

(3) 生产力 W_N 。为每回合可用的生产力，可用于生产战士、弓箭手、法师、建设者、开拓者，或升级防御塔自身。具体见表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。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保留。

(4) 等级生命值上限 HP_N ，当前生命值 hp 。等级生命值上限 HP_N 仅与等级正相关，实际生命值 hp 会受到进攻而减小，由于建设者的维护而增加。实际生命值 hp 与等级生命值上限 HP_N 的比值决定了实际战斗力，实际生命值较弱的塔的实际战斗力也很弱。当实际生命力 hp 被进攻方降低至 0 以下时，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；若塔尚存在，则降级后的塔主权归对方所有（塔被俘虏）。同时，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。塔如果被俘虏（不被消灭），生产任务进度不变，但生产出来的都归新势力所有。（3.6 新增）

(5) 等级战斗力 F_N ，实际战斗力 f 。实际战斗力 f 正比于 F_N ，正比于相对生命值 $\frac{hp}{HP_N}$ ，并会额外附加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）。

(6) 攻击距离 d_c 。

你可以为防御塔添加生产或攻击命令。

2.2 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。作战兵团受到攻击时，生命值减少直至兵团死亡；工程兵团受到攻击时，会直接被对方俘虏。

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。

（3.6 新增）该发动攻击的兵团非弓箭手时，作战兵团在攻击后，如果对方是作战兵团并阵亡，那么兵团会移动到死亡兵团位置；如果作战兵团是塔，塔被攻陷（消失和未消失都算，只要被攻陷就算），那么攻击兵团移动；如果对方是工程兵，则仅进行俘虏，不移动位置。弓箭手消灭任何敌人后，都不移动位置。

作战兵团有以下属性：

(1) 行动力 M_c 。x 增大方向为右 (CRight)，y 增大方向为上 (CUp)。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，地形和行动力共同决定一回合中，一个兵团能运动多远。

- (2) 满血战斗力 F_c ，实际战斗力 f 。与塔类似。
- (3) 生命值上限 HP_c ，当前生命值 hp 。与塔类似。
- (4) 攻击距离 d_c 。兵团只能攻击在攻击范围内的对象。
- (5) 所属玩家 ID。

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。

2.3 工程兵团

工程兵团分为：建设者、开拓者。工程兵团所处单元格没有己方作战兵团护卫时，任何敌方作战兵团对其的进攻操作，会直接将其俘虏。

2.3.1 建设者

开拓者有关参数为行动力 M_c （同作战兵团），劳动力 B 和玩家所属 ID。其中，劳动力 B 是建设者特有的属性值。建设者的劳动力大小初始值为 3，表示其能进行三次工程建造。

建设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。发起操作时，建设者必须先运动到对应方格上。

2.3.2 开拓者

开拓者有关参数为行动力 M_c 和玩家所属 ID。

已有的防御塔每次生产一个开拓者，等级下降 1（本来为 1 则不再下降），开拓者可以在己方领地上一次性地建造一座新的防御塔建造。注意：必须运动到己方领地才能建造，且建造后开拓者即消失。

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、防御塔的信息，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。

3.2 玩家添加命令示例

玩家每回合给防御塔和兵团添加的命令总数量不得超过 50 个，超出数量限制的命令会被忽略。另外规定：防御塔最多 10 座，作战兵团最多 10 个，工程兵团最多 10 个。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。防御塔同理。

3.2.1 防御塔

```
1   info.myCommandList.addCommand(towerCommand, {TAttackCorps, 本防御塔ID,  
    目标兵团ID}) //防御塔攻击兵团  
2   info.myCommandList.addCommand(towerCommand, {TProduct, 本防御塔ID, 生  
    产任务类型(见下方枚举类型)}) //防御塔设定生产任务
```

说明：单个回合中，对每座防御塔，只能添加一个命令。多余命令会被忽略。

3.2.2 作战兵团

```
1   info.myCommandList.addCommand(corpsCommand, {CMove, 本兵团ID, 方向(Cup  
    / Cdown / Cleft / Cright)}) //移动  
2   info.myCommandList.addCommand(corpsCommand, {CAttackCorps, 本兵团ID,  
    目标兵团ID}) //兵团攻击兵团  
3   info.myCommandList.addCommand(corpsCommand, {CAttackTower, 本兵团ID,  
    目标防御塔ID}) //兵团攻击防御塔
```

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。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：建设者

```
1   info.myCommandList.addCommand(corpsCommand, {CMove, 本兵团ID, 方向(CUp  
/ Cdown / Cleft / Cright)}) //移动  
2   info.myCommandList.addCommand(corpsCommand, {CRepair, 本兵团ID}) //修  
复防御塔  
3   info.myCommandList.addCommand(corpsCommand, {CChangeTerrain, 本兵团ID,  
目标地形(枚举类型)}) //修改地形
```

说明：仅支持地形“平原-森林”之间的相互转换。在单个回合中，对于单个建设者，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。

3.2.4 工程兵团：开拓者

```
1   info.myCommandList.addCommand(corpsCommand, {CMove, 本兵团ID, 方向(CUp  
/ Cdown / Cleft / Cright)}) //移动  
2   info.myCommandList.addCommand(corpsCommand, {CBuild, 本兵团ID}) //  
建立新防御塔
```

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，开拓者即消失。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 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（每个玩家都进行过 300 回合操作）后，场上还未出局的玩家将按照游戏结束时各自占领的领地大小，获得得分，进行排名。

在天梯上进行对决时，出现平局情况，双方并列，得分一致。但在复赛和决赛中，如果出现平局情况，则重新进行比赛，直到分出胜负。

5 附录

塔的战斗力 f 会因为兵团驻扎而增加 f_c ，但不受地形影响。塔相关结算方法如下：

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

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：

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

兵团的战斗力 f 会因为地形而有增益 f_t 。兵团相关结算方式如下：

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

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：

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

请注意：攻击会对双方生命值造成损失，其中生命值弱的一方损失更大。如果攻击的发起者生命值更弱，则攻击发起者受到的损失很可能更大。

塔不可以攻击塔。

兵团移动一个单位的行动力消耗为两个方格行动力消耗的平均值向上取整。

塔升级后，不一定会满血，而是按比例恢复。假设原来等级满血生命值 HP_N ，升级前实际生命值 hp ，升级后等级满血生命值 HP_{N+1} ，则升级后实际生命值 $hp * \frac{HP_{N+1}}{HP_N}$ 。

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	110
3	20	29	120
4	25	32	130
5	30	35	140
6	35	38	150
7	40	41	160
8	45	45	170

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
建设者	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	4	4	8	4	4
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