

# AIC 2021 Descripció del joc

## 1 Lore

La raça humana tot just acaba de descobrir el foc i dos clans rivals lluiten pel domini d'un territori.

## 2 Resum del joc i Objectius

El joc consisteix en dominar l'equip enemic militarment o tecnològicament. L'objectiu de cada equip és o bé destruir la base de l'equip enemic, o descobrir la roda (més informació a la Secció 10). Si cap d'aquestes condicions es compleix al cap de 2000 rondes, l'equip guanyador es determina amb el següent criteri, per ordre:

1. Equip amb més nivell tecnològic (Secció 10).
2. Equip que té més recursos gastats en tecnologies (tots els tipus recursos compten per igual).
3. Equip tal que la suma de recursos disponibles més el valor de cadascuna de les seves unitats és més gran.
4. Aleatòriament.

## 3 Economia

Al joc hi ha tres tipus de recursos - el menjar, la fusta, i la pedra - que són compartits per tot l'equip. Cada equip comença inicialment amb 100 unitats de cada, i es rep passivament dues unitats de cada recurs al començament de cada ronda. Aquests recursos es poden recol·lectar per treballadors en certes caselles especials, a un ritme de 5 recursos per ronda. També es poden generar a certs tipus d'estructures.

## 4 Mapa

El mapa consisteix en una quadricula de dimensions entre  $20 \times 20$  i  $50 \times 50$ . Cada unitat ocupa exactament una casella i tota casella pot ser ocupada per una unitat excepte si hi ha aigua, muntanya, o una altra unitat. Cada casella que no tingui ni aigua ni muntanya pot tenir un bosc o un dipòsit de pedra a sobre, on els treballadors poden recol·lectar fusta i pedra respectivament des de caselles adjacents.

Cada unitat només pot detectar els objectes al mapa que estiguin dintre del seu radi de visió. A més, cada casella del mapa tindrà un nivell d'il·luminació variable que dependrà de l'estat de la

partida. Si el nivell d'il·luminació d'una casella és inferior al nivell de detecció d'una unitat donada, aquesta unitat no podrà detectar res del que hi hagi a aquesta casella (inclou altres unitats, recursos i pintures rupestres) ni podrà efectuar certes accions, com per exemple recol·lectar recursos o pintar (més informació a la Secció 5).

Cada equip comença amb exactament una Base. A més, es garanteix la simetria dels mapes per evitar afavorir un equip sobre l'altre. Aquesta simetria pot ser horitzontal, vertical o rotacional.

## 5 Il·luminació

Cada casella del mapa tindrà un nivell d'il·luminació variable, que dependrà de les fonts de llum properes. Les fonts de llum són:

- Les estructures creades pels jugadors (inclou la base).
- Les fogueres creades per les unitats.
- Les torxes portades per les unitats.

Cada font de llum il·lumina les caselles properes amb una intensitat que decreix amb la distància i amb l'opacitat de les caselles. Les caselles amb muntanya tenen opacitat 100 (no deixen passar la llum), els boscos tenen opacitat 2, i la resta de caselles tenen opacitat 1. La il·luminació de cada casella és el màxim de la il·luminació aportada per cada font. Per informació més precisa sobre la fórmula de l'il·luminació, mireu la Secció 11.

## 6 Unitats i Estructures

### 6.1 Unitats controlables

Cada unitat rep un identificador (ID) únic escollit aleatòriament entre 1 i 10000. Quan una unitat nova es crea, hi ha un període de 10 torns durant el qual la unitat està en construcció i no es pot moure, atacar, o fer cap tipus d'acció que afecti l'estat de la partida (tanmateix pot realitzar operacions internes, veure les caselles properes i fer servir funcions de comunicació). Els torns restants de construcció d'una unitat donada es poden consultar mitjançant les funcions del controlador. En tot moment, cada equip pot tenir com a molt 150 unitats. El nombre total d'unitats de l'equip es pot consultar mitjançant les funcions del controlador.

Hi ha sis tipus diferents d'unitats: treballadors, exploradors, trampers, destrals, llancers i llops entrenats, les característiques dels quals es detallen al proper requadre. Totes les distàncies es donen al quadrat. Per exemple, rang d'atac 12 vol dir que una unitat al (0,0) pot atacar una unitat al (2,1) ja que  $2^2 + 1^2 \leq 12$ , però no una al (2,3). També, un (\*) en alguna casella indica que aquesta unitat segueix una mecànica especial en aquell apartat, que serà explicat en detall a la Secció 8.

	Treballador	Explorador	Tramper	Destral	Llancer	Llop
Cost Fusta	20	60	40	40	100	30
Cost Pedra	40	20	60	80	40	30
Cost Menjar	40	30	40	60	60	140
Vida màxima	20	20	25	70	20	120
Atac	4	—	— <sup>(*)</sup>	15	5	2
Rang d'atac	5	—	2	5	18	2
Rang mínim d'atac	0	—	1	0	9	0
Cooldown d'atac	2	—	20	4	2	1
Rang de visió	25	50	16	20	32	32
Cooldown al moure's	3	1	3	4	4	2
Rang de moviment	2	2	2	2	2	2
Nivell de detecció	11	5	11	10	10	8 <sup>(*)</sup>
Rang torxa <sup>(*)</sup>	2	18	2	2	2	2

A part d'aquestes unitats, hi ha unitats immòbils que anomenem *estructures*. Les estructures tenen llum pròpia (sempre estan il·luminades), i les seves característiques es mostren en el proper requadre. Algunes d'elles són construïbles pels treballadors des del començament de la partida, altres necessiten certes tecnologies per fer-ho (mireu Secció 10). La base no es pot construir.

	Base	Assentament	Caserna	Granja	Serradora	Pedrera
Cost Fusta	— <sup>(*)</sup>	100	150	100	0	100
Cost Pedra	— <sup>(*)</sup>	100	150	100	100	0
Cost Menjar	— <sup>(*)</sup>	100	0	0	100	100
Vida màxima	400	150	200	50	50	50
Atac	40	—	—	—	—	—
Rang d'atac	18	—	—	—	—	—
Rang mínim d'atac	0	—	—	—	—	—
Cooldown d'atac	2	—	—	—	—	—
Rang de visió	50	25	25	16	16	16
Nivell de detecció	0	8	8	11	11	11
Intensitat luminosa	20	16	16	16	16	16

## 6.2 Cérvols

Els cérvols són unitats neutrals que proporcionen menjar. Cada cérvol té 15 unitats de vida màxima i 6 torns de cooldown de moviment. Quan un cérvol mor, es crea un depòsit de menjar a la seva casella amb 500 unitats de menjar, i aquest depòsit va perdent dues unitats de menjar per ronda. El menjar dels depòsits pot ser recollit pels treballadors.

El comportament dels cérvols és el següent: cada ronda, en cada casella accessible (i.e., sense altres unitats, aigua o muntanyes) amb luminositat inferior a 6 hi ha una probabilitat de 1/1000 de que aparegui un cérvol. Aquest cérvol anirà fent moviments aleatoris sempre i quan es mantingui dins d'una casella amb luminositat inferior a 6. Si el cérvol no té cap casella adjacent amb luminositat inferior a 6, va cap a la casella amb luminositat inferior a 6 més propera seguint el camí més curt. Si no n'hi ha cap al mapa, es mou aleatòriament.

## 7 Moviment, atac i cooldowns

Cada unitat té un cooldown de moviment i un cooldown d'atac assignats. La unitat només podrà realitzar l'acció desitjada en cas que el cooldown assignat a aquella acció sigui inferior a 1. En particular, si tots dos cooldowns són inferiors a 1, la unitat pot atacar i moure's al mateix torn.

Cada cop que la unitat es mou o ataca, se li suma certa quantitat al cooldown de l'acció efectuada. La quantitat que es suma està indicada a la taula de la Secció 6. Si la unitat es vol moure en una direcció diagonal, el cooldown de moviment sumat es multiplica per 1.4142 (aproximadament  $\sqrt{2}$ ). Al principi de cada torn tots dos cooldowns baixen en una unitat.

Les unitats no poden atacar a través de muntanyes, és a dir, si la línia que uneix la casella de l'atacant amb la de la casella objectiu passa per l'interior d'una casella que conté una muntanya, aquesta no es pot atacar. Es permet, però, que passi per la vora d'aquestes caselles. Per exemple, una unitat a la casella (0,0) pot atacar una unitat a la casella (1,1) tot i que hi hagi una muntanya a (1,0).

## 8 Mecàniques especials

Quan una unitat mata una altra, guanya la meitat dels recursos que l'altra unitat estigui portant (màxim pot portar 100 de cada).

Totes les unitats mòbils excepte els llops poden portar una torxa, il·luminant així els seus voltants a mesura que es mouen. Per encendre una torxa amb una unitat  $u$ , cal que  $u$  sigui adjacent a una altra unitat amb torxa, a una estructura, o a una foguera. Aleshores,  $u$  podrà encendre una torxa pagant 15 unitats de fusta. Les torxes duren 150 torns i les unitats les poden llençar a una certa distància (indicada a la taula de la secció 6). Quan una unitat llença una torxa, crea una foguera que dura els torns restants de la duració de la torxa. Totes les torxes i fogueres tenen una intensitat lluminosa de 16.

A més, hi ha les següents mecàniques:

**Treballadors:** Poden construir assentaments, casernes (cal la tecnologia *Entrenament Militar*), granjes (cal la tecnologia *Oficis*), serradores (cal la tecnologia *Oficis*) i pedreres (cal la tecnologia *Oficis*). Alhora, si la casella en la qual estan situada és visible (i.e., té més il·luminació que el nivell de detecció de la unitat), els treballadors poden recollir els seus recursos - fusta si està sobre un bosc, pedra si està sobre un dipòsit de pedra, i menjar si està sobre un dipòsit de menjar - i depositar-los a les bases o assentaments. Un treballador pot carregar fins a 100 recursos de cada.

**Exploradors:** No poden atacar, tanmateix són els únics que poden crear fogueres no adjacentment.

**Trampers:** Només poden atacar caselles no ocupades. Al atacar, creen una trampa que mata qualsevol unitat que passi per sobre. Els trampers també poden desactivar trampes adjacents.

**Llops:** Poden detectar unitats al seu rang de visió independentment de la foscor. Tanmateix, no poden fer pintures rupestres ni portar torxes.

**Base:** Pot crear treballadors, exploradors, trampers i llops (cal la tecnologia *Animals de companyia*). Pot comprar tecnologies. Si es destrueix es perd la partida. Els treballadors poden depositar els seus recursos aquí.

**Assentaments:** Pot crear treballadors, exploradors, trampers i llops (cal la tecnologia *Animals de companyia*). Els treballadors poden depositar els seus recursos aquí.

**Casernes:** Pot crear destrals i llancers.

**Granges, Serradores i Pedreres:** Donen passivament una unitat de menjar, fusta i pedra per ronda respectivament.

## 9 Comunicació i visió

Cada unitat pot veure només una secció del mapa, que es correspon a les caselles que estiguin dins el seu radi de visió (en unitats quadrades) i que tinguin prou il·luminació (excepte en casos especials, com per exemple els llops). Si una casella és dins el seu radi de visió i el seu nivell d'il·luminació es superior al nivell de detecció de la unitat, aleshores la unitat pot demanar informació sobre aquesta casella mitjançant el controlador (més informació a la documentació i a la Secció 13).

Les unitats s'executen independentment i no comparteixen memòria. Per exemple, els objectes visibles per una unitat no són visibles per la resta d'unitats. Tot i així, existeixen dues maneres de comunicar-se entre unitats: la primera consisteix en dibuixar pintures rupestres. Cada unitat mòbil que no sigui un llop pot pintar a la seva casella una pintura (codificada com un enter des de 0 fins a 100000), que les altres unitats - tant aliades com enemigues - podran llegir. Pintar i llegir només es pot fer si la casella té il·luminació adequada. Alhora, pintar sobreesciu totes les pintures anteriors a la casella. Inicialment totes les caselles estan pintades amb 0.

L'altra manera de comunicar-se és mitjançant senyals de fum. Si una unitat porta una torxa o té il·luminació pròpia, aquesta pot codificar qualsevol enter en una senyal de fum, que serà visible des de tot el mapa. Una senyal de fum només es pot fer si la unitat té menys d'1 de cooldown d'atac i de moviment, i fer-ho li puja tots dos cooldowns en 10. La senyal de fum dura fins el seu següent torn (o fins que la unitat mori). Les estructures també poden fer senyals de fum.

Tant les pintures com les senyals de fum es poden realitzar mitjançant les funcions del controlador.

## 10 Tecnologies

### 10.1 Nivell tecnològic

Cada equip té un nivell tecnològic que va augmentant a mesura que es compren tecnologies. Els equips no podran comprar tecnologies de nivell superior al seu nivell tecnològic. Inicialment, el nivell de cada equip es 0. Per pujar de nivell  $N$  a nivell  $N + 1$  cal que l'equip compri al menys 3 tecnologies de nivell  $N$ .

### 10.2 Tecnologies disponibles

A continuació indiquem quines tecnologies es poden comprar. Entre claus està indicat el cost.

#### Nivell 0

- **Domesticació** [300 menjar]: La base i els assentaments poden crear llops entrenats.
- **Entrenament militar** [150 fusta, 150 pedra]: Els treballadors poden construir casernes.
- **Caixes** [100 fusta, 100 pedra]: Les unitats poden portar fins a 200 de cada recurs.

- **Barques** [500 fusta]: Les unitats poden travessar les caselles amb aigua, però sortir d'una casella amb aigua duplica el cooldown afegit. Aquesta tecnologia no permet crear noves unitats en caselles amb aigua.
- **Art rupestre** [150 pedra]: Es pot pintar qualsevol enter.
- **Moneda** [400 menjar]: Passivament, es guanya una unitat extra de pedra, fusta i menjar per ronda.
- **Utencilis** [200 pedra]: Els treballadors poden recollir 10 recursos per torn.

## Nivell 1

- **Afiladors** [500 pedra]: Destrals i llancers tenen un 20% més de poder d'atac.
- **Cuina** [300 fusta, 300 pedra]: Totes les unitats tenen un 20% més de vida màxima.
- **Eugenèsia** [150 fusta, 150 pedra, 150 menjar]: Els llops tenen 0.5 menys de cooldown de moviment i 20 més de vida màxima (s'aplica abans que "Cuina").
- **Navegació** [500 fusta]: No es multiplica el cooldown quan es passa per sobre de l'aigua.
- **Oficis** [200 menjar, 200 fusta, 200 pedra]: Els treballadors poden crear granjes, serradores i pedreres.
- **Materials flamables** [500 fusta]: Les torxes i les fogueres construïdes per l'equip duren 250 torns.
- **Vocabulari** [150 menjar, 150 fusta, 150 pedra]: El cooldown afegit pel broadcast és de dos torns en comptes de 10.
- **Cabanyes** [350 pedra, 350 fusta]: El màxim nombre d'unitats augmenta en 50.

## Nivell 2

- **Cristalls** [1000 pedra]: El nivell de detecció de totes les unitats i estructures baixa en 2.
- **Combustió** [1000 fusta]: Totes les torxes i fogueres de l'equip tenen 2 més d'intensitat.
- **Escoles** [500 fusta, 500 menjar, 500 pedra]: El nivell tecnològic de l'equip passa a ser 3.
- **Tàctica** [250 fusta, 250 pedra]: Quan es crea una unitat, es retorna un 20% del seu cost de construcció (arrodonit cap abaix).
- **Verí** [800 menjar]: L'oponent rep passivament un recurs menys de cada per ronda.
- **Expertície** [500 menjar, 200 fusta, 200 pedra]: Totes les unitats tenen un 20% menys de cooldown d'atac.
- **Pedernals** [1000 pedra]: Les unitats no cal que siguin adjacents a una altra font de llum per encendre una torxa.
- **Cases** [750 pedra, 750 fusta]: El màxim nombre d'unitats augmenta en 50.

## Nivell 3

- **La roda** [1000 de menjar, 1000 de fusta, 1000 de pedra]: Guanyes la partida.

## 11 Fòrmula exacta de la il·luminació

Intuitivament, donada una font de llum  $F$ , la il·luminació d'una casella  $A = (x, y)$  ve donada pel màxim d'il·luminació de totes les caselles  $A'$  adjacents a  $(x, y)$  que siguin més properes a la font de llum, on el màxim es calcula després de restar una quantitat proporcional a les seves opacitats  $O(A')$ .

Per definir la fòrmula exacta que segueix la il·luminació cal la següent notació:

- Donada una casella  $(x, y)$  i una direcció  $d \in \{N, S, E, W, NE, NO, SE, SW\}$  (on  $N$  denota la direcció *North*,  $S$  denota *South*, etc.), denotem com  $(x, y) + d$  la casella adjacent a  $(x, y)$  en direcció  $d$ . Per exemple,  $(4, 5) + N = (4, 6)$  i  $(4, 5) + NE = (5, 6)$ .
- Donada una direcció  $d$ , denotem per  $\|d\|_D$  la *norma aproximada* de  $d$ . Intuitivament, les direccions principals (N, S, E, W) tindrien norma 1 i les altres norma  $\sqrt{2}$ , però per mantenir distàncies enteres, aproximarem la norma i farem que  $\|d\|_D = 2$  per  $d \in \{N, S, E, W\}$  i  $\|d\|_D = 3$  per  $d \in \{NE, NO, SE, SW\}$ .
- Donada una casella  $A = (x, y)$ , denotem per  $\|(x', y')\|_A$  la distància euclídea al quadrat de  $(x, y)$  a  $(x', y')$ . Per exemple,  $\|(2, 3)\|_{(1, 2)} = 2$ .

Amb això podem definir la fòrmula que seguirà el joc. Donada una font de llum  $F$  a  $A = (x_F, y_F)$  i d'intensitat  $\ell_F$ , la fòrmula recursiva que dona l'intensitat  $I_F(x, y)$  a  $(x, y)$  aportada per  $F$  és la següent:

$$I_F(x, y) = \begin{cases} \ell_F & \text{si } (x, y) = (x_F, y_F) \\ \max_d \{I_F((x, y) + d) - O((x, y) + d) \|d\|_D \mid \|(x, y) + d\|_A < \|(x, y)\|_A\} & \text{altrement,} \end{cases}$$

on el màxim es pren sobre totes les possibles direccions  $d$  i  $O((x, y) + d)$  indica l'opacitat de la casella  $(x, y) + d$  (recordem que aquest valor és 100 per muntanyes, 2 per boscos, i 1 per la resta de caselles). A continuació hi ha dibuixat com s'il·lumina un mapa amb totes les caselles d'opacitat 1, donada una font de llum d'intensitat 10:

			0	0	0	0	0			
	0	0	0	1	2	1	0	0	0	
	0	1	2	3	4	3	2	1	0	
0	0	2	4	5	6	5	4	2	0	0
0	1	3	5	7	8	7	5	3	1	0
0	2	4	6	8	10	8	6	4	2	0
0	1	3	5	7	8	7	5	3	1	0
0	0	2	4	5	6	5	4	2	0	0
	0	1	2	3	4	3	2	1	0	
	0	0	0	1	2	1	0	0	0	
			0	0	0	0	0			

Si una casella és il·luminada per diverses fonts de llum, el nivell d'il·luminació és el màxim dels valors aportats per cada font.

## 12 Energia

L'energia és una mesura aproximada de la quantitat d'instruccions que executa una unitat al llarg d'un torn. Més concretament, cada instrucció de bytecode que executa una unitat costa una unitat d'energia, a excepció de les instruccions de les classes pròpies del joc, dels quals el cost és constant i està disponible a la documentació. Per als usuaris no familiaritzats amb Java, no és necessari saber exactament el que són les instruccions de bytecode, tan sols cal tenir en compte que l'energia consumida creix a mesura que la unitat executa més instruccions, i que es pot comprovar experimentalment quina quantitat queda i quina quantitat es porta gastada amb les funcions del controlador.

Quan una unitat sobrepassa el límit d'energia permesa (actualment posat en 15000 unitats d'energia), aquesta unitat es pausa i continua el seu torn a la següent ronda. És recomanable procurar mai passar-se de l'energia màxima permesa, ja que perdre un torn pot ser crucial en moltes situacions.

## 13 Instruccions per l'usuari

Els jugadors han d'omplir la funció *run()* de la classe *UnitPlayer*. D'entrada es passa un controlador (*UnitController*) per la unitat, que permet a l'usuari donar ordres a l'unitat i relacionar-se amb l'entorn. Per exemple, la classe *UnitController* té funcions per detectar el què hi ha a certa casella, per donar ordres d'atacar/moure's/crear unitats/etc. Per més detalls, a la documentació hi ha disponible tota la informació necessària sobre les classes pròpies del joc.

La funció *run()* funciona de la següent manera: quan es genera una unitat nova i acaba el seu període de construcció s'executa la funció *run()* d'aquesta unitat. La funció *run()* s'executa fins cridar la funció *yield()* del controlador o fins que es supera el límit d'energia permesa (més informació a la Secció 12). Per aquest motiu, un cop una unitat acaba de fer totes les tasques desitjades (atacar, moure's, comunicar-se, etc.) s'ha de cridar la funció *yield()*. Així s'indica que es vol acabar el torn d'aquesta unitat. Si no s'indica, la funció *run()* continuarà executant-se fins superar l'energia permesa i acabarà el torn automàticament aleshores. S'ha de tenir en compte que no acabar el torn cridant *yield()* pot portar a comportaments de la unitat no desitjats en el futur, ja que és difícil predir des d'on tornarà a executar-se al següent torn.

Si en algun moment la funció *run()* retorna (acaba), la unitat mor. Per aquest motiu és recomanable assegurar que la funció *run()* mai retorni, per exemple amb un bucle *while(true)*. En general, és recomanable utilitzar l'esquema disponible als exemples *nullplayer* i *demoplayer*.

## 14 Informació sobre la implementació

Aquesta secció es pot ignorar si l'usuari no està prou familiaritzat amb Java.

Cada unitat s'executa en un thread independent que es pausa al finalitzar el seu torn. Aquest thread es reactiva a cada ronda de la partida mantenint l'ordre d'execució relatiu entre unitats. Per seguretat, es prohibeix l'accés a totes les classes de Java fora de *lang*, *math*, i *util*, i fins i tot a algunes sub-classes i funcions d'aquestes classes. De totes maneres, aquestes classes són totalment prescindibles pel joc actual.

També, per motius de seguretat, es prohibeix l'ús de variables estàtiques<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup>Som conscients que hi ha maneres sofisticades de compartir memòria entre threads sense fer servir variables estàtiques. Els codis pujats seran revisats manualment per evitar aquests casos, i en cas que un equip intenti violar aquesta restricció, aquest equip serà desqualificat.