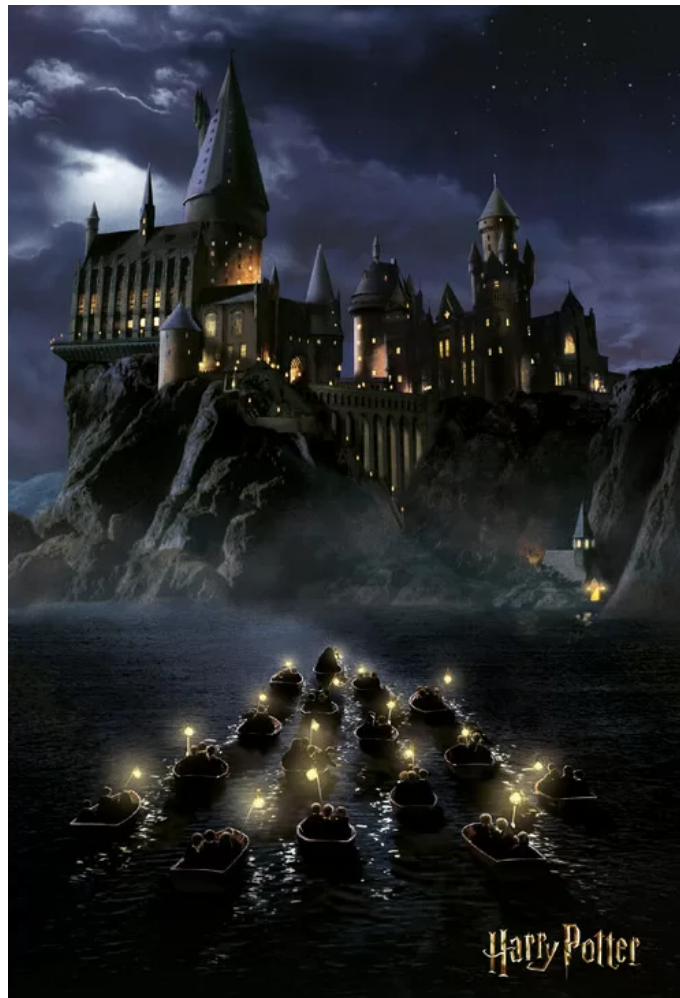


Harry Potter

Albert Oliveras

18 de novembre de 2024



1 Regles del Joc

Després de massa anys competint només en Quidditch, l'escola de bruixeria de Hogwarts, amb el professor Dumbledore al capdavant, organitza la competició definitiva per determinar quina de les seves quatre cases (Gryffindor, Ravenclaw, Slytherin o Hufflepuff) és la més poderosa. Cada casa, també anomenada clan, disposa d'una sèrie d'aprenents de mag i d'un fantasma, que competiran dins els passadissos de Hogwarts per tal d'aconseguir la més prestigiosa de totes les victòries. No obstant, Voldemort està atent i no perdrà l'oportunitat de participar a la competició.

Es tracta d'un joc per a quatre jugadors, identificats amb números de 0 a 3. Cada jugador té el control d'una sèrie de mags i d'un fantasma.

El joc té una durada de 200 rondes, numerades de la 0 la 199. Cada unitat, ja sigui mag o fantasma, pot moure's com a màxim una vegada per ronda. Els fantasmes, addicionalment, també tenen la possibilitat d'efectuar un encanteri. Durant aquestes rondes les cases aniran acumulant punts i guanyarà la partida qui tingui més punts en acabar l'última ronda.

Voldemort també es mou una vegada per ronda però cap jugador pot controlar-lo. Qualsevol mag o fantasma que entri en una de les 8 caselles adjacents a la posició de Voldemort serà atacat per ell. Els moviments de Voldemort no seran arbitraris, sinó que tindran per objectiu eliminar el nombre màxim d'unitats.

El tauler del joc té dimensions 60×60 . Les unitats no es poden moure en cap cas fora d'ell. Una posició del tauler ve determinada per un parell d'enters (f, c) on $0 \leq f < 60$ i $0 \leq c < 60$. La posició de més a dalt i a l'esquerra és la $(0, 0)$, mentre que la de més a baix i a la dreta és $(59, 59)$. Per tant, la primera coordenada (f de fila) és la que indica la posició en l'eix vertical i la segona (c de columna) en l'eix horitzontal. Cada cel·la del tauler o bé forma part d'un passadís o bé és una paret. Les unitats no poden en cap cas travessar les parets i s'han de moure necessàriament pels passadissos.

Les cases comencen la partida amb una certa quantitat de punts de força. La *força de màgia d'un clan* es defineix com $\left\lfloor \frac{\text{punts força}}{\text{unitats del clan}} \right\rfloor$ i serà clau per determinar el guanyador de les lluites que hi haurà durant la partida. Per tal d'incrementar els punts de màgia, les unitats poden llegir llibres de bruixeria que trobaran al tauler. És fàcil veure que un clan amb moltes unitats necessita llegir molts llibres per a poder mantenir una força considerable.

Moviments dels fantasmes. Un fantasma es pot moure pel tauler de la manera següent:

- Pot accedir a qualsevol de les 8 cel·les adjacents en horitzontal, vertical i diagonal.
- Si es mou cap a una cel·la on hi ha una paret, el moviment s'ignorarà.

- Si es mou cap a una cel·la ocupada per un llibre, els punts de força del seu clan s'incrementaran, el fantasma ocuparà la cel·la tot fent desaparèixer el llibre i el seu clan posseirà aquesta cel·la. En acabar la ronda, un altre llibre reapareixerà en una altra posició. Notem que no trobarem mai una cel·la ocupada per un llibre i un mag o fantasma.
- Si es mou cap a una cel·la buida (sense llibre ni cap unitat), el moviment s'efectuarà i el seu clan passarà a posseir aquesta cel·la.
- Si es mou cap a una cel·la ocupada per una unitat, ja sigui mag o fantasma, el moviment s'ignorarà.
- Si es mou cap a una de les 8 cel·les adjacents a Voldemort, es veurà atacat per ell. El resultat de l'atac el detallarem quan expliquem com es mou Voldemort.

Encanteris fets pels fantasmes. A part de moure's, els fantasmes poden intentar realitzar potents encanteris. A cada ronda, Dumbledore genera una seqüència d'ingredients (nombres naturals) per l'encanteri. L'objectiu és agrupar els ingredients en grups de 3 de manera que cada grup sumi la mateixa quantitat. Per exemple, si els ingredients venen donats pel vector:

1	4	5	6	4	1	3	4	2
---	---	---	---	---	---	---	---	---

una solució és la següent:

1	2	0	1	0	0	1	2	2
---	---	---	---	---	---	---	---	---

que indica que el primer grup és $\{5, 4, 1\}$, el segon grup $\{1, 6, 3\}$ i el tercer $\{4, 4, 2\}$. Per tant, els grups s'identificaran amb enters consecutius començant per zero. Sabem que sempre existeix almenys una solució. Podeu assumir que es generaran sempre 15 ingredients, tots ells nombres naturals menors o iguals que 30.

A cada ronda, només un dels quatre fantasmes podrà efectuar l'encanteri, encara que d'altres fantasmes també hagin aportat una solució. La decisió de quin fantasma llença l'encanteri dependrà de l'ordre d'execució de les comandes, que explicarem més endavant. El fantasma escollit quedarà esgotat i no podrà realitzar cap altre encanteri durant un cert nombre de rondes. No es permetran encanteris durant les últimes 50 rondes ni a l'inici de la partida, on podeu considerar que els fantasmes acaben de realitzar un encanteri i per tant han de descansar les rondes pertinents.

El resultat d'un encanteri és prou impactant: el 15% de totes les caselles que (i) no són paret, (ii) no contenen una unitat i (iii) no estan posseïdes per la casa del fantasma passaran a estar posseïdes per ella. Aquestes caselles s'escolliran de manera aleatòria.

Moviments dels mags. Un mag es pot moure pel tauler de la manera següent:

- Només pot accedir a les cel·les adjacents en horitzontal i vertical, mai en diagonal.
- Si es mou cap a una cel·la ocupada per una paret, un llibre o una cel·la buida, el comportament serà el mateix que el d'un fantasma quan es mou cap a cel·les d'aquest tipus.
- Si es mou cap a una de les 8 cel·les adjacents a Voldemort, es veurà atacat per ell. El resultat de l'atac el detallarem quan expliquem com es mou Voldemort.
- Si es mou cap a una cel·la ocupada per un mag d'una casa enemiga s'iniciarà una batalla. Si la força de màgia d'un dels dos mags és més del doble que la de l'altre, el mag de la casa més feble perd i passa a formar part automàticament de l'altra casa, que rep un cert nombre de punts per aquesta fita. Notem que això modificarà la força de màgia de les dues cases.

En cas contrari, és a dir, si les forces estan més igualades, el perdedor de la batalla iniciarà un procés de conversió: al cap d'un cert nombre de rondes, passarà a formar part del clan del mag guanyador. Un cop hagi acabat el procés de conversió, la casa del mag guanyador rebrà un cert nombre de punts. Per determinar el guanyador es fa el següent:

Amb un 30% de probabilitat el mag que ha iniciat l'atac agafa l'altre per sorpresa, i per tant guanya la batalla. En cas contrari, si les forces dels dos clans són N i M , respectivament, el primer guanyarà la batalla amb probabilitat $N/(N+M)$ i el segon amb probabilitat $M/(N+M)$. En cas que $N = M = 0$, ambdós mags tenen un 50% de probabilitats de guanyar.

Si el moviment és cap a una cel·la ocupada per un mag d'una casa enemiga en procés de conversió, no hi haurà atac i aquest moviment s'ignorarà.

- Si es mou cap a una cel·la ocupada per un mag de la seva mateixa casa, el moviment s'ignorarà, excepte si el mag que ocupa la posició de destí del moviment està en procés de conversió. En aquest cas, el procés de conversió s'anul·larà. Notem que, en cap cas, el mag que inicia el moviment canviarà de casella.

Un mag que està en procés de conversió pot agafar llibres, però no pot atacar cap mag ni cap fantasma, ni aturar el procés de conversió de cap altre mag.

- Si es mou cap a una cel·la ocupada pel fantasma de la seva casa, el moviment s'ignorarà. Si està ocupada pel fantasma d'una casa rival, l'atacarà, i la quantitat de rondes que aquest fantasma ha d'esperar per a realitzar un encanteri s'incrementarà en una quantitat prefixada. Si un fantasma ha estat atacat per un mag, no podrà tornar a ser atacat per cap mag durant un cert nombre de rondes.

Moviments de Voldemort. Voldemort es mourà una vegada a cada ronda, accedint a una cel·la adjacent en horitzontal o vertical. Per a fer-ho, detectarà la unitat més propera a ell i s'hi apropiarà. Si hi ha diverses unitats a la mateixa distància, n'escollirà una a l'atzar. Malauradament per les cases, Voldemort pot travessar parets.

Com hem explicat, qualsevol unitat que estigui en una de les 8 caselles adjacents a Voldemort rebrà un atac. Si és un fantasma, reapareixerà en una altra posició i haurà d'esperar unes quantes rondes a poder fer un encanteri, exactament les mateixes que si n'acabés de fer un. Si la unitat és un mag, aquest reapareixerà en una altra posició però passarà a formar part d'un clan a l'atzar.

Adicionalment, Voldemort també farà desaparèixer qualsevol llibre que estigui en una de les 8 cel·les adjacents a ell.

Com a resultat de les anterior regles, el nombre d'unitats totals és constant al llarg de tot el joc, però els mags podran anar canviant de casa. És important remarcar que les unitats tenen un identificador que mai canvia, ni tan sols quan canvien de clan. Aquests identificadors són naturals consecutius començant en 0.

Regeneració de d'objectes. Cada vegada que cal regenerar un llibre, un mag o un fantasma, aquest reapareixerà sempre en una cel·la buida C i tal que no hi ha cap unitat ni cap llibre en les posicions que l'envolten (les marcades amb una x a la taula):

x	x	x	x	x
x	x	x	x	x
x	x	C	x	x
x	x	x	x	x
x	x	x	x	x

Si en el moment de reaparèixer no existeix cap cel·la segura en aquest sentit, l'objecte reapareixerà en una cel·la buida, que no tingui cap unitat ni cap llibre.

Càlcul de la puntuació. La puntuació d'un clan en finalitzar una ronda ve donada per la suma de dos components. La primera component es calcula multiplicant per una certa constant el nombre de mags que el clan hagi atacat i s'hagin acabat convertint en qualsevol de les rondes ja finalitzades.

La segona component correspon a la multiplicació del nombre de cel·les ocupades pel clan en aquesta ronda per una certa constant. Per tant, entre ronda i ronda la puntuació total pot decrementar si es perd la possessió d'algunes cel·les.

Les constants que indiquen el nombre de punts obtinguts per cada aspecte, com d'altres que especifiquen els paràmetres inicials del joc, estan definides a

l'arxiu d'entrada `default.cnf`. Totes les partides es jugaran amb exactament els valors donats en aquest arxiu.

Execució d'ordres. A cada ronda es pot donar més d'una ordre a la mateixa unitat, tot i que només se seleccionarà la primera d'elles (si n'hi ha alguna). Tot programa que intenti donar més de 1000 comandes durant la mateixa ronda s'avortarà.

Cada ronda, les ordres seleccionades dels quatre jugadors s'executaran amb ordre aleatori, però respectant l'ordre relatiu entre les unitats d'un mateix clan. Com a conseqüència de la norma anterior, considereu la possibilitat de donar les ordres a les vostres unitats a cada ronda de més urgent a menys urgent.

Tingueu en compte que s'aplica cada moviment sobre el tauler que resulta dels moviments anteriors. Per exemple, considereu el tauler

x	x	x	x
x	B	U	x
x	V	x	x
x	x	x	x

on B representa un llibre i U i V dues mags de diferents clans. Imaginem que el jugador que controla U ha decidit que aquest vagi cap a l'esquerra, i el jugador que controla V ha decidit que vagi amunt. Si s'executa primer el moviment de V, aleshores U s'ha quedat sense llibre, perquè V ja se l'ha quedat i a més, la posterior execució del moviment de U és un atac cap a V. Si U guanya, aleshores V podria canviar automàticament de clan. En la visualització de la partida veurem una transició de la matriu anterior cap a una situació on B ha desaparegut i V ha canviat de clan. Òbviament, no hi podia haver un atac entre U i V des de la configuració inicial, perquè els mags no es poden moure en diagonal, però l'ordre d'execució de les comandes sí que ho ha fet possible. Tingueu això en compte quan no entengueu certes situacions durant la visualització de les partides.

Després de l'execució de tots els moviments dels jugadors, Voldemort fa el seu moviment. A continuació es regeneren les unitats mortes per Voldemort. Seguidament, es fan els canvis de clan de les unitats que acabin la transició, s'incrementa la força de cada clan d'acord amb els llibres que hagin agafat durant la ronda i es generen llibres en noves posicions. Finalment, s'actualitza la puntuació.

2 El Visor

A continuació descrivim el visor de partides:

- A la part superior hi ha botons que permeten reproduir o pausar la partida, anar al començament o al final de la partida, activar o desactivar el mode d'animació o obtenir una finestra d'ajuda amb més maneres de controlar com es reproduceix la partida. També hi trobareu la ronda actual i un botó per tancar el visor. Una barra de desplaçament horitzontal mostra visualment en quin punt de la partida es troba la ronda actual.
- A la columna de l'esquerra, apareix cada jugador amb el nom i color corresponents. A sota es mostra la puntuació actual, el nombre d'unitats vives i la força del jugador corresponent. A les partides jugades a Judge.org, també es mostra el percentatge de temps de CPU que s'ha consumit fins ara (si està esgotat, s'indica amb un 'out'). A la part superior dreta apareixen els colors dels jugadors ordenats per puntuació.
- Les cel·les no posseïdes per ningú són de color blanc. En cas contrari, tenen el color del jugador que les posseeix.
- Les cel·les que són paret tenen color gris fosc, gairebé negre.
- Els mags es representen amb un cercle del color corresponent. En cas d'estar en procés de conversió, tenen forma de creu.
- Els fantasmes es representen amb un quadrat del color corresponent i contorn exterior negre.
- Els llibres es representen amb un cercle vermell i contorn exterior negre.
- Voldemort es representa amb un cercle vermell amb un contorn exterior vermell transparent.

3 Com programar un jugador

El primer que heu de fer és descarregar-vos el codi font. Aquest inclou un programa C++ que executa les partides i un visualitzador HTML per veure-les en un format raonable i animat. A més, us proporcionem un jugador "Null" i un jugador "Demo" per facilitar el començament de la codificació del jugador.

3.1 Executar la primera partida

Aquí us explicarem com executar el joc sota Linux, però hauria de funcionar també sota Windows, Mac, FreeBSD, OpenSolaris, ... Només necessiteu una versió recent g++, el make instal·lat al sistema, a més d'un navegador modern com Firefox o Chrome.

1. Obriu una consola i feu cd al directori on us heu descarregat el codi font.
2. Si, per exemple, teniu una versió de Linux en 64 bits, executeu:


```
cp AIDummy.o.Linux64 AIDummy.o
```

Amb altres arquitectures, cal escollir els objectes adequats que trobareu al directori.

3. Executeu

```
make all
```

per compilar el joc i tots els jugadors. Tingueu en compte que el Makefile identifica com a jugador qualsevol fitxer que coincideixi amb `AI*.cc`

4. Es crea un fitxer executable anomenat Game. Aquest executable us permet executar una partida mitjançant una comanda com la següent:

```
./Game Demo Demo Demo Demo -s 30 < default.cnf > default.res
```

Aquesta comanda comença una partida, amb la llavor aleatòria 30, amb quatre instàncies del jugador Demo, al tauler definit a `default.cnf`. La sortida d'aquesta partida es redirigeix a `default.res`.

5. Per veure una partida, obriu el fitxer visualitzador `viewer.html` amb el navegador, per exemple executant des d'un terminal la comanda `firefox viewer.html`, i carregueu el fitxer `default.res`.

Utilitzeu

```
./Game --help
```

per veure la llista de paràmetres que es poden usar. Particularment útil és

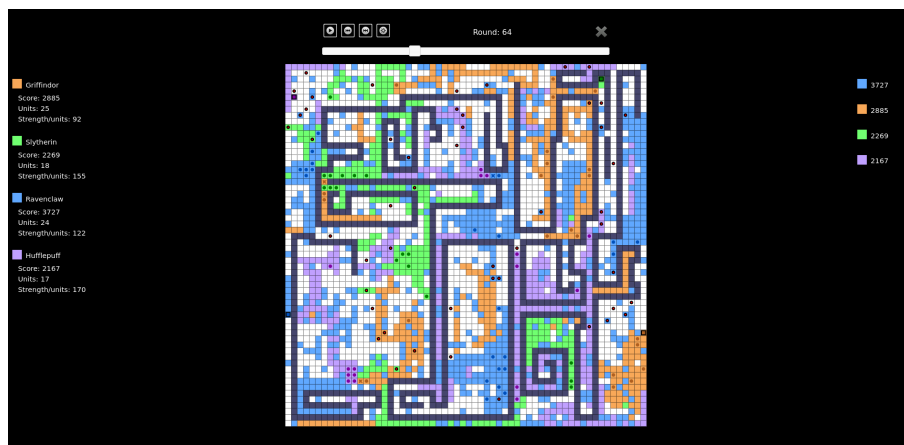
```
./Game --list
```

per veure tots els noms de jugadors reconeguts.

En cas que sigui necessari, recordeu que podeu executar

```
make clean
```

per esborrar l'executable i els objectes i començar la compilació de nou.



3.2 Afegir el vostre jugador

Per crear un jugador nou amb, per exemple, nom Harry, copieu `AINull.cc` (un jugador buit que proporcionem com a plantilla) a un fitxer nou `AIHarry.cc`. A continuació, editeu el fitxer nou i canvieu la línia

```
#define PLAYER_NAME Null
```

a

```
#define PLAYER_NAME Harry
```

El nom que trieu pel vostre jugador ha de ser únic, no ofensiu i tenir com a màxim 12 caràcters. Aquest nom es mostrarà al lloc web i durant les partides.

A continuació, podeu començar a implementar el mètode virtual `play()`, heretat de la classe base `Player`. Aquest mètode, que serà cridat a cada ronda, ha de determinar les ordres que s'enviaran a les vostres unitats.

Podeu utilitzar definicions de tipus, variables i mètodes a la vostra classe de jugador, però el punt d'entrada del vostre codi serà sempre el mètode `play()`.

Des de la vostra classe jugador també podeu cridar funcions que trobareu especificades als arxius següents:

- `State.hh`: accedir a l'estat del joc.
- `Action.hh`: donar ordres a les vostres unitats.
- `Structs.hh`: estructures de dades útils.
- `Settings.hh`: accedir als paràmetres del joc.
- `Player.hh`: mètode `me()`.
- `Random.hh`: generar nombre aleatoris.

Trobareu un resum de tota aquesta informació a l'arxiu `api.pdf`. També podeu examinar el codi del jugador "Demo" a `AIDemo.cc` com a exemple de com usar aquestes funcions.

Tingueu en compte que no heu d'editar el mètode `factory()` de la classe del vostre jugador, ni l'última línia que afegeix el vostre jugador a la llista de jugadors disponibles.

3.3 Restriccions en enviar el vostre jugador

Quan creieu que el vostre jugador és prou fort per entrar a la competició, podeu enviar-lo al Jutge. Degut a que s'executarà en un entorn segur per prevenir trampes, algunes restriccions s'apliquen al vostre codi:

- Tot el vostre codi font ha d'estar en un sol fitxer (com `AIHarry.cc`).

- No podeu utilitzar variables globals (en el seu lloc, utilitzeu atributs a la vostra classe).
- Només teniu permès utilitzar biblioteques estàndard com `iostream`, `vector`, `map`, `set`, `queue`, `algoritme`, `cmath`, ... En molts casos, ni tan sols cal incloure la biblioteca corresponent.
- No podeu obrir fitxers ni fer cap altra crida a sistema (`threads`, `forks`, ...)
- El vostre temps de CPU i la memòria que utilitzeu seran limitats, mentre que no ho són al vostre entorn local quan executeu `./Game`.
- El vostre programa no ha d'escriure a **cout** ni llegir de **cin**. Podeu escriure informació de depuració a **cerr**, però **els vostres enviaments al Jutge no han d'escriure res, ni tan sols a cerr**. En cas de fer-ho, el comportament del vostre jugador pot no ser l'esperat.
- Qualsevol enviament al Jutge ha de ser un intent honest de jugar. Qualsevol intent de fer trampes de qualsevol manera serà durament penalitzat.
- Un cop hagueu enviat un jugador al Jutge que hagi derrotat al Dummy, podeu fer més enviaments però haureu de canviar el nom del jugador. És a dir, un cop un jugador ha vençut al Dummy, el seu nom queda bloquejat i no es pot reutilitzar.

4 Consells

- **NO DONEU O DEMANEU EL VOSTRE CODI A NINGÚ.** Ni tan sols una versió antiga. Ni fins i tot al vostre millor amic. Ni tans sols d'estudiants d'anys anteriors. Utilitzem detectors de plagi per comparar els vostres programes, també contra enviaments de jocs d'anys anteriors. No obstant, podeu compartir arxius objecte.

Qualsevol plagi implicarà **una nota de 0 en l'assignatura** (no només del Joc) de tots els estudiants involucrats. Es podran també prendre mesures disciplinàries addicionals. Si els estudiants A i B es veuen implicats en un plagi, les mesures s'aplicaran als dos, independentment de qui va crear el codi original. No es farà cap excepció sota cap circumstància.

- Abans de competir amb els companys, concentreu-vos en derrotar al Dummy.
- Llegiu les capçaleres de les classes que aneu a utilitzar. No cal que mireu les parts privades o la implementació.
- Comenceu amb estratègies simples, fàcils d'implementar i depurar, ja que és exactament el que necessitareu al principi.
- Definiu mètodes auxiliars senzills (però útils) i *assegureu-vos que funcionin correctament*.

- Intenteu mantenir el vostre codi net. Això farà més fàcil canviar-lo i afegir noves estratègies.
- Com sempre, compileu i proveu el vostre codi sovint. És *molt* més fàcil rastrejar un error quan només heu canviat poques línies de codi.
- Utilitzeu **cerr** per produir informació de depuració i afegiu asserts per assegurar-vos que el vostre codi fa el que hauria de fer. Recordeu eliminar (o comentar) els cerr abans d'enviar el vostre codi al Jutge.org.
- Quan depureu un jugador, elimineu els **cerrs** que tingueu en el codi d'altres jugadors, per tal de veure només els missatges que desitgeu.
- Podeu utilitzar comandes com el grep de Linux per tal de filtrar la sortida produïda per Game.
- Activeu l'opció DEBUG al Makefile, que us permetrà obtenir traces útils quan el vostre programa avorta. També hi ha una opció PROFILE que podeu utilitzar per optimitzar codi.
- Si l'ús de **cerr** no és suficient per depurar el vostre codi, apreneu com utilitzar valgrind, gdb o qualsevol altra eina de depuració.
- Podeu analitzar els arxius produïts per Game, que descriuen com evoluciona el tauler a cada ronda.
- Conserveu una còpia de les versions antigues del vostre jugador. Feu-lo lluitar contra les seves versions anteriors per quantificar les millores.
- Assegureu-vos que el vostre programa sigui prou ràpid. El temps de CPU que es permet utilitzar és bastant curt.
- Intenteu esbrinar les estratègies dels altres jugadors observant diverses partides. D'aquesta manera, podeu intentar reaccionar als seus moviments, o fins i tot imiteu-los o milloreu-los amb el vostre propi codi.
- No espereu fins al darrer minut per enviar el jugador. Quan hi ha molts enviaments al mateix temps, el servidor triga més en executar les partides i podria ser ja massa tard!
- Podeu enviar noves versions del vostre programa en qualsevol moment.
- Recordeu: mantingueu el codi senzill, compileu-lo sovint i proveu-lo sovint, o us en penedireu.