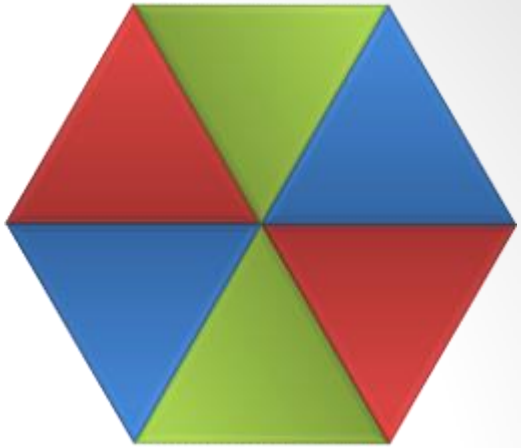
Universitat Oberta de Catalunya

www.uoc.edu



HEXADOM

El dòmino hexagonal

Projecte final de carrera d'Enginyeria Informàtica

Àrea Intel·ligència Artificial

Autor: **Sergi Canyelles i Sanz**

Tutor: **David Isern Alarcón**

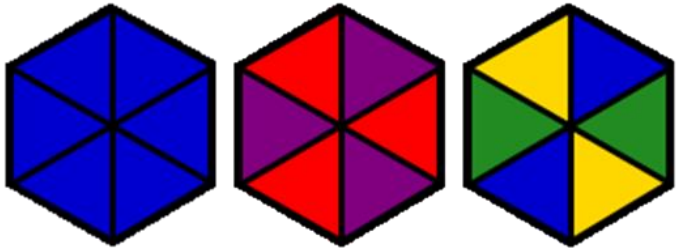
Agenda

- Què és Hexadom?
- Objectius
- Tècniques de Cerca amb Adversari
- Solució Proposada
  - Interacció amb l'usuari
  - Intel·ligència Artificial
- Anàlisi d'execucions
- Principals problemàtiques
- Conclusions

Què és Hexadom?

- L'Hexadom és un joc de taula de creació pròpia inspirat en el dòmino tradicional, però amb peces hexagonals, havent d'unir-les per com a mínim dos costats, casant els colors

- Les peces poden ser: mono, bi i tricolors de totes les combinacions possibles dels colors: blau, verd, vermell, groc i lila

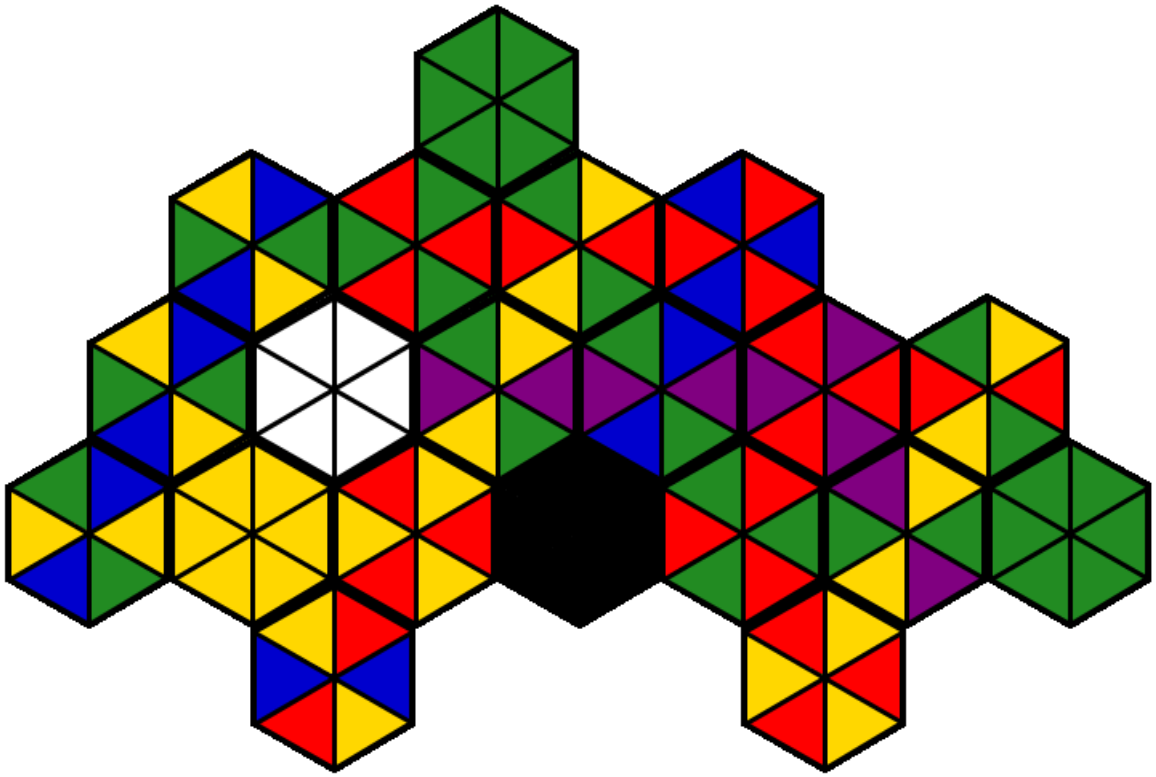


- A part d'aquestes, existeixen 2 comodins:
  - Negre: Impedeix jugar-hi cap hexàgon adjacent a ell i obliga als jugadors amb menys hexàgons a la mà robar-ne un

  - Blanc: Permet jugar-se adjacent a qualsevol hexàgon, excepte a un Negre i qualsevol hexàgon es pot jugar adjacent a aquest

Què és Hexadom? (Cont.)

Aquest és un exemple d'una partida d'Hexadom, on es pot veure la distribució de les peces al tauler



Objectius

L'objecte ha esta desenvolupar una solució que permeti jugar a un usuari al joc Hexadom contra un o més jugadors rivals gestionats per una intel·ligència artificial.

Podent resumir els principals objectius d'aquest projecte en els següents:

- Poder aplicar Intel·ligència Artificial a l'Hexadom per mitjà de cerca amb adversari
- Definir una estratègia per a optimitzar la cerca i minimitzar els moviments a avaluar
- Construir una Interfície atractiva i funcional
- Aprofundir el meus coneixements en Intel·ligència Artificial i poder-los aplicar en un cas pràctic

Tècniques de Cerca amb Adversari

La Intel·ligència Artificial ofereix genèricament els algorismes de cerca amb adversari per a solucionar aquests problemàtiques.

Construeixen el graf del joc expandint-lo amb els possibles estats fins a assolir tots els nodes terminals o en el seu defecte fins a arribar a una profunditat definida i posteriorment analitzant-los des dels nodes fills cap als nodes pares.

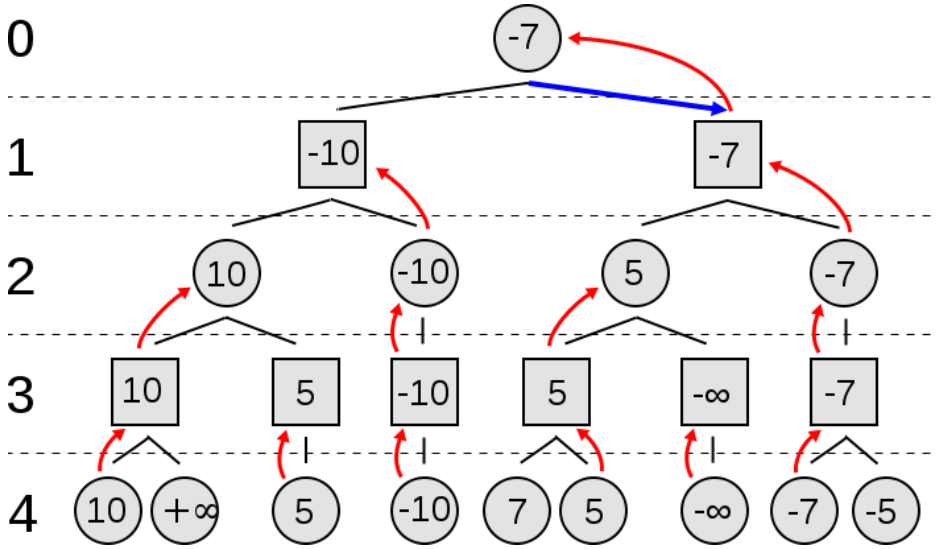
Concretament dos algorismes que combinats ens permeten implementar de forma òptima la cerca amb adversari:

- Algorisme Minimax
- Algorisme de poda α-β

Tècniques de Cerca amb Adversari (Cont.)

Minimax

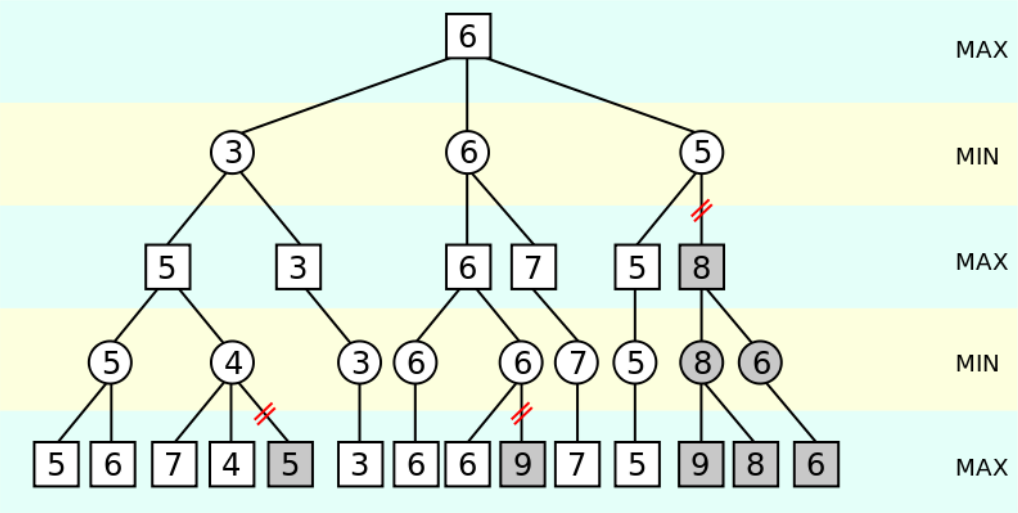
- Proporciona la millor jugada en el supòsit d'un joc per a dues persones sense, elements d'atzar i sense limitacions de memòria ni temporals.
- Analitza totes les possibles evolucions de la partida construint un graf fins que els nodes d'aquest siguin terminals.
- Basat en la funció d'utilitat (obté valors alts quan guanya el jugador i valors baixos quan guanya el rival) determinant la millor jugada aquella que aconsegueixi optimitzar la utilitat.



Tècniques de Cerca amb Adversari (Cont.)

Poda α-β

- Permet optimitzar Minimax podant el graf resultant d'aquest, minimitzant les branques que cal avaluar, excloent-ne aquelles que de segur no poden donar un resultat òptim.
- Basat en constants α i β (α és la fita òptima del jugador que maximitza, tendint a créixer; β és la fita òptima del jugador que minimitza, tendint a decréixer).
- Podant les branques que compleixin que α ≥ β (mai triarà un valor pitjor al que ja te garantit).



Solució Proposada - Interacció amb l'usuari

Per tal de permetre la interacció amb l'usuari, cal implementar una interfície d'usuari que simuli tots els elements i interaccions possibles que hi ha en una partida real d'Hexadom. Aquests elements són els següents:

- **Tauler:** És el centre del joc, on cadascun dels jugadors fa les seves jugades, ubicant hexàgons adjacents a com a mínim 2 hexàgons que ja estiguin al tauler. L'usuari haurà de poder afegir hexàgons a les posicions desitjades i permetre plasmar les jugades efectuades per els rivals controlats per la IA.

- **Pila:** Correspon al hexàgons que no han estat jugats ni pertanyen a la mà de cap jugador. Indica a l'usuari el número d'hexàgons no jugats.

- **Mà del Jugador:** L'altre element amb el que ha d'interactuar l'usuari, podent veure els hexàgons que la composen i poder moure aquests elements de la seva mà cap al tauler.

Solució Proposada - Interacció amb l'usuari (Cont.)

- **Mans dels Rivals:** Corresponen als hexàgons que té cada jugador rival a la seva mà. Indica a l'usuari els hexàgons que cada rival té a la seva mà.

- **Hexàgon:** És l'objecte del joc i està representat en el dos elements de la GUI amb els que l'usuari interactua: la mà del jugador i el tauler. Està composat de 6 triangles que poden ser de diferents colors, per poder representar les diferents combinacions de colors que un hexàgon pot tenir.

- **Triangle:** És l'element que composa els hexàgons i que ha de representar el següents colors: blanc, negre, blau, verd, vermell, groc i lila.

Solució Proposada - Interacció amb l'usuari (Cont.)

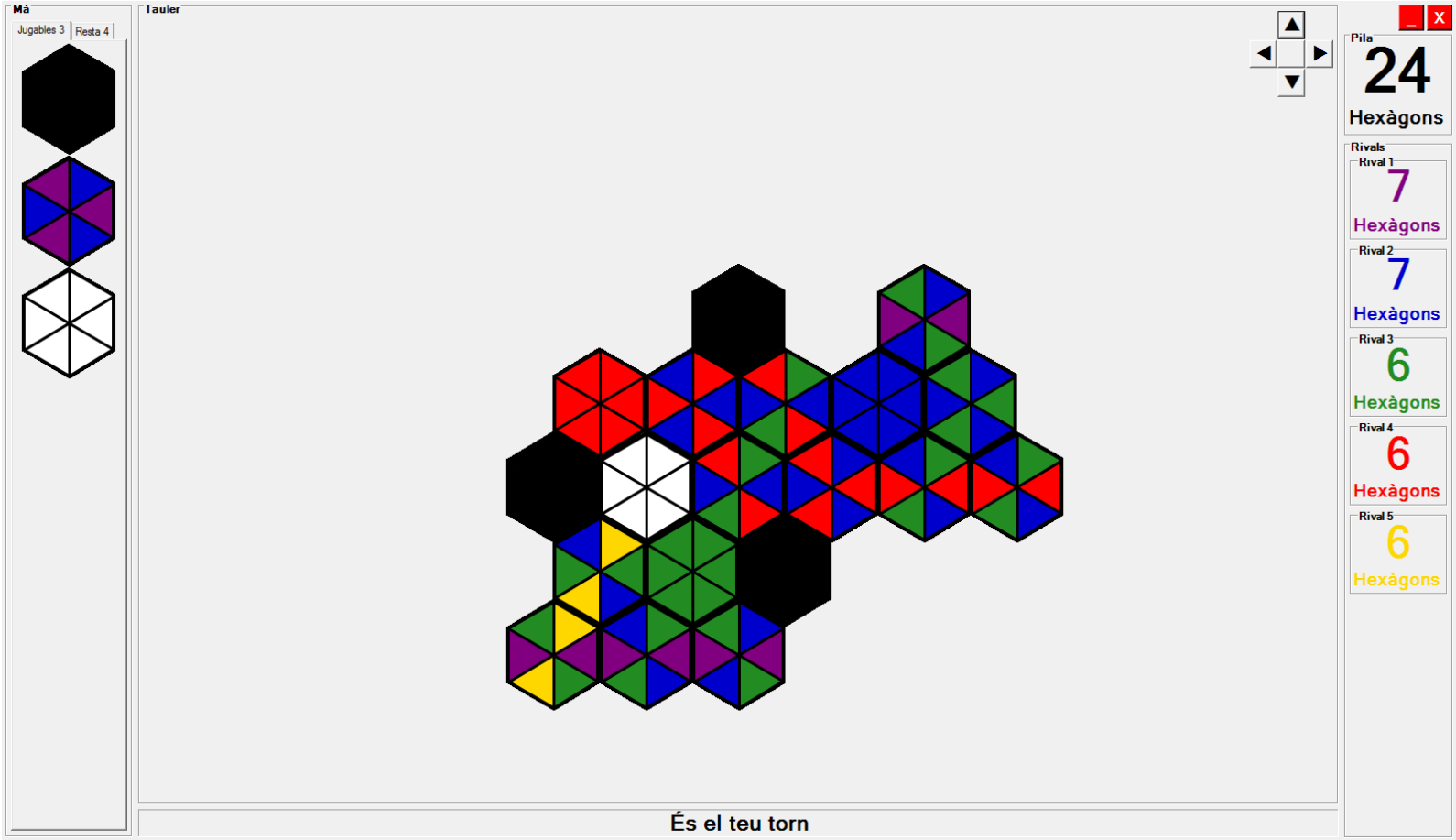
La GUI ha de tenir dues característiques fonamentals per a que sigui atractiva i jugable:

- **Ha de ser intuïtiva:** Un usuari nou de l'aplicació ha de poder jugar una partida sense tenir un coneixement explícit i previ de com ho ha de fer. Contra menys informació prèvia requereixi aquest, més intuïtiva serà la aplicació i per tant més atractiva a l'usuari.

- **Ha de ser funcional:** L'aplicació ha de fer la seva funció i ha de fer-ho de la forma més simple possible. La interacció de l'usuari, es limita a seleccionar un hexàgon de la seva mà i moure'l al tauler, ja que per a facilitar l'elecció de l'hexàgon de la mà de l'usuari, pot diferenciar els que pot jugar i els que no.

Solució Proposada - Interacció amb l'usuari (Cont.)

La següent figura mostra la GUI resultant on es poden observar tots els elements:



Solució Proposada - Intel·ligència Artificial

A l'Hexadom no es pot aplicar directament Minimax amb poda α-β, ja que no s'ajusta completament a la solució que requerim per a Hexadom, principalment per les següents restriccions:

- **Complexitat:** La varietat de moviments a l'Hexadom és molt elevada ja que existeixen 37 hexàgons diferents (en proporcions diferents) que en cada jugada un subconjunt d'aquest es poden jugar en diferents posicions del tauler. Això implica que a l'hora d'expandir el graf caldrà avaluar en cada nivell de profunditat un número força significatiu de possibles jugades, el que implica que la complexitat d'això sigui exponencial, i per tant que cal limitar-la.

- **Temporal:** Per tal de que el joc sigui jugable, és requisit indispensable que les jugades que efectuï la Intel·ligència Artificial siguin àgils i que no triguin més d'uns 5 segons, el que evidentment afegeix una restricció evident en el número de jugades possibles que s'hagin d'avaluar, considerant que el fet d'aprofundir un únic node (o sigui aplicar els canvis al seu tauler i calcular el seus hexàgons jugables) te un cost molt variable però que pot superar els 2 milisegons.

Solució Proposada - Intel·ligència Artificial

Tenint en compte aquestes restriccions, la solució proposada serà crear un graf per a cada jugada, maximitzant la profunditat i minimitzant les jugades filles a avaluar, triant aquelles més favorables (si son pròpies) o desfavorables (si son d'un rival).

- La jugada més favorable pel jugador, o sigui en el torn propi, serà aquella que maximitzi:

$$Max(\sum (1 - P_c \text{ Triangle Amb Adjacent}) + \sum P_c \text{ Triangle Sense Adjacent})$$

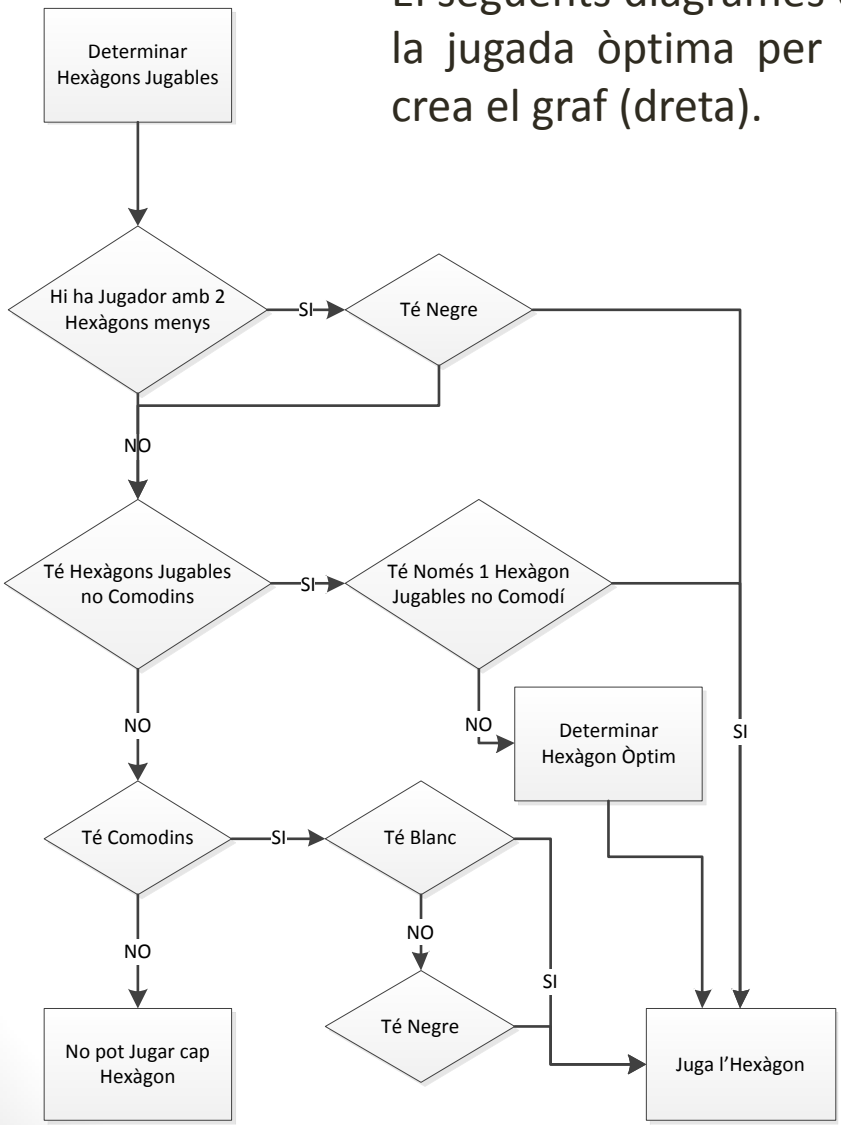
- La jugada més desfavorable pel jugador, o sigui en el torn del rival, serà aquella que minimitzi:

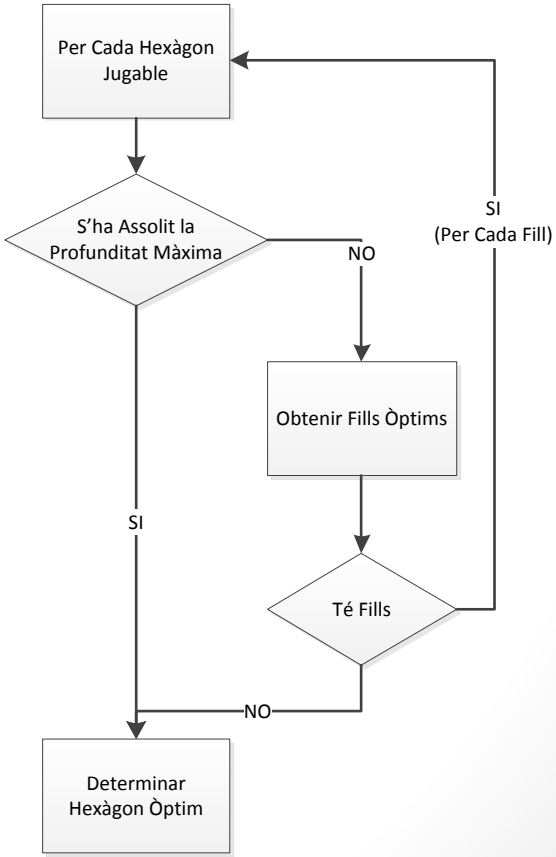
$$Min(\sum (1 - P_c \text{ Triangle Amb Adjacent}) + \sum P_c \text{ Triangle Sense Adjacent})$$

On P_c correspon al percentatge del color del triangle en la mà del jugador.

Solució Proposada - Intel·ligència Artificial (Cont.)

El següents diagrames de flux mostren com es determina la jugada òptima per a cada jugador (esquerra) i com crea el graf (dreta).





Anàlisi d'execucions

Per analitzar la qualitat de les decisions que pren la Intel·ligència Artificial d'Hexadom, hem fet un conjunt d'execucions obtenint els següents resultats:

Profunditat	Temps	Guanyats IA	Perduts IA	% Victòries
3	t << 1 s	5	15	25%
7	t < 5 s	9	11	45%
9	t < 10 s	8	12	40%

Després d'analitzar les dades podem extreure'n les següents conclusions:

- La Intel·ligència Artificial és capaç de guanyar un número força significatiu de partides
- La profunditat per a qualsevol número de jugadors ha de ser inferior a 9, ja que amb aquesta profunditat hi ha certes decisions que tenen un cost temporal superior al establert com a acceptable (5 segons).
- Podem inferir que la funció del percentatge de victòria respecte a la profunditat es logarítmica, o que a mesura que s'incrementa més la profunditat l'increment del percentatge de victòria decreix, i per tant és menys significatiu.

Principals problemàtiques

Durant la fase de desenvolupament han sorgit les següents problemàtiques no contemplades durant la fase d'anàlisi:

- **Emmagatzematge dels Hexàgons jugats al Tauler**
- **Representació gràfica dels Hexàgons**
- **Problemàtiques de l'ús d'imatges per a cada triangle**
- **Problemàtiques en la cerca d'Hexàgons Possibles**
- **Alta complexitat de la cerca recursiva**

Conclusions

- La teoria no sempre s'ajusta a totes les problemàtiques i cal adaptar-la a les necessitats i restriccions de les solucions pràctiques
- El resultat ha estat una solució força professional i que sense gaire adaptacions se'n podria fer una solució comercial
- La tecnologia usada no han suposat una restricció al ser punteres
- Ha estat enriquidor a nivell personal poder fer un projecte en l'Àrea de la Intel·ligència Artificial, que en la vida professional rarament fer

Moltes gràcies per l’atenció