

Tebes: Estudi de tècniques aplicades a un joc abstracte

Treball de Fi de Grau

Sofia Sales Salvatierra

Grau d'Enginyeria Informàtica

Director

Vicenç Torra Reventós

3 de juny del 2015

Introducció



- El joc Tebes
- Les tècniques emprades
- Els resultats estadístics
- Conclusions

El joc Tebes



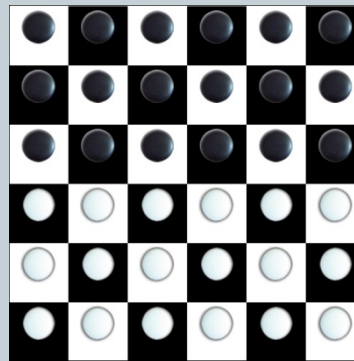
Tebes és un joc que es classifica dins de la tipologia de jocs que s'anomenen abstractes.

Components:

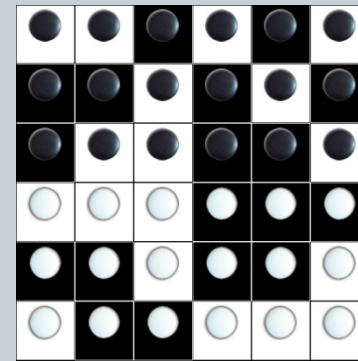
- 36 peces quadrades : 18 blanques i 18 negres.
- 36 fitxes rodones : 18 blanques i 18 negres.

Modes de taulars:

- 4x4
- 6x6
- Tauler estàndard
- Tauler aleatori



Imatge 1

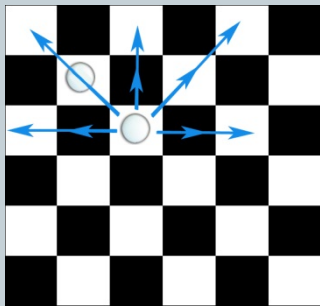


Imatge 2

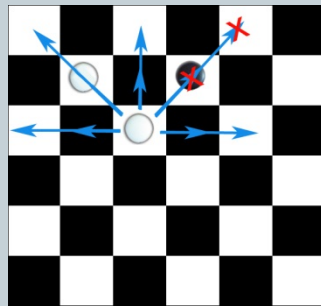
Normes del joc



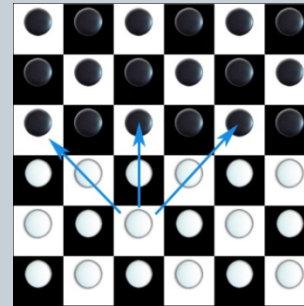
- Objectiu: Tenir dues fitxes pròpies a les cantonades de l'adversari.
- Moviments (1 o 2 caselles):
 - Costat
 - Endavant
 - En diagonal
- En saltar dues caselles: Es Salta una fitxa pròpia o bé un espai buit. (mai per sobre de l'adversari)
- Per a matar:
 - Origen casella del mateix color: 2 caselles de distància
 - Origen casella de diferent color: 1 casella de distància
- La primera vegada que una fitxa accedeix a una de les cantonades de l'adversari, el jugador té un torn addicional.



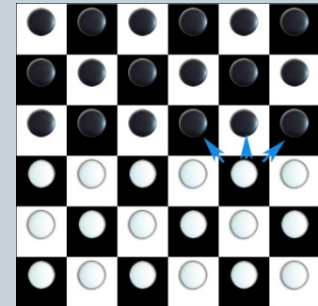
Imatge 1



Imatge 2



Imatge 3



Imatge 4

Tipus i complexitat del joc



	Deterministics	Estocàstics
Informació Perfecta	Escacs, dames, go, othello	Backgammon, monopoly
Informació Imperfecta	Battleship Kriegspiel	Bridge, poker, scrabble, nuclear war

- Classifiquem el joc Tebes com a:
 - Determinista
 - Amb informació Perfecta
- b = el factor de ramificació de l'arbre, (nombre de fills de cada node)
- d = profunditat de l'arbre del joc (nombre de torns)

Per tant, ens queda una complexitat de $O(b^d)$ que ens dona:

$$O(35^{30}) = 2.099139643 * 10^{46}$$

Minimax amb poda alfa-beta



- **Minimax:**

Algorisme que ens permet trobar un moviment òptim.

- **Es representen els dos jugadors:**

- MAX : Maximitzarà les possibilitats de victòria.
- MIN : Minimitzarà les possibilitats de victòria.

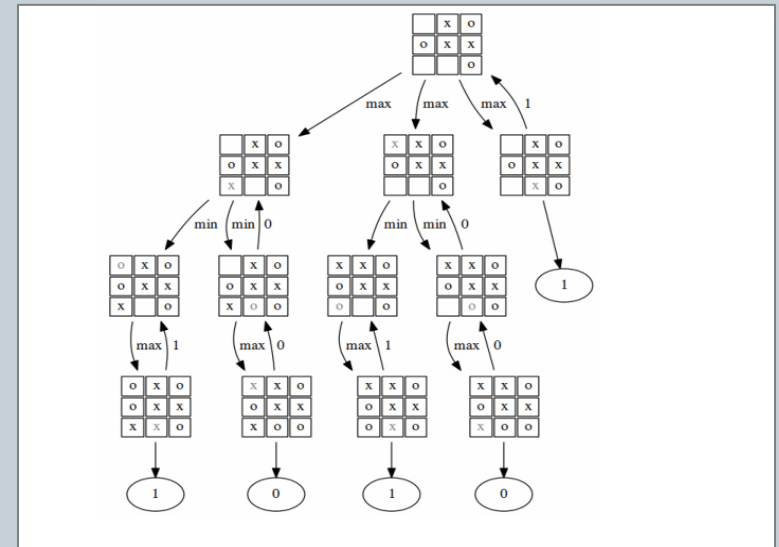
- **Funcionament:**

- Desplega l'arbre de jocs possibles.
- Troba nodes terminals
- Avalua la solució
- Propaga cap al node inicial la millor opció.

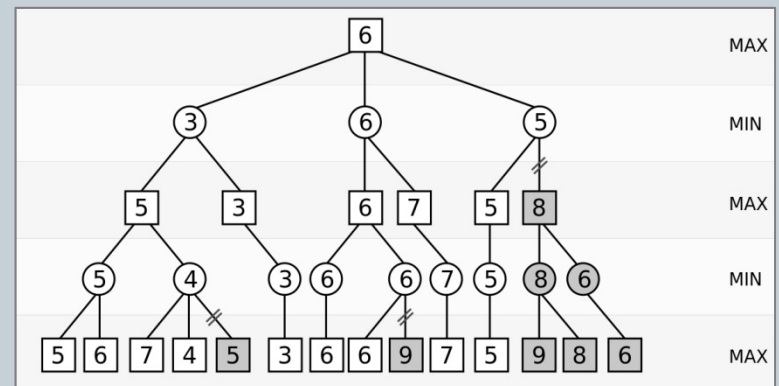
- A causa de la complexitat elevada del nostre joc, no és possible expandir tot l'arbre i caldrà fer ús de:

- Una heurística
- La poda alfa-beta.

Imatge 1



Imatge 2



Primera heurística



- La funció heurística avalua l'estat del joc en funció de per a quin jugador és calculada.
- L'heurística que utilitzarem es basarà en :
 - Diferència posicional, que calcularem ajudant-nos amb les matrius de pesos.
 - Diferència en la quantitat de peces dels jugadors.
- Per a calcular la diferència posicional farem ús de dues matrius que seran:
 - La matriu de Bonificació. Calcula el valor a sumar segons les posicions de les fitxes pròpies.
 - La matriu de Penalització. Calcula el valor a restar segons les posicions de les fitxes del contrincant.
- La funció heurística que farem servir es defineix com:

$$\sum_{i=1..D} \sum_{j=1..D} ((mBonificacio[i,j] + 10 * fitxaNegra?[i,j]) - (mPenalitzacio[i,j] + 10 * fitxaBlanca?[i,j]))$$

Mapa de pesos



- Per a calcular la diferència posicional que utilitzem en l'heurística necessitem calcular els valors de les caselles del tauler, per això utilitzarem dues matrius:
 - Matriu de Bonificació (Imatge 1)
 - Matriu de Penalització (Imatge 2)

- Els pesos de les matrius aniran ordenats jeràrquicament:

$$MAXVALOR > B1 > B2 > B3 > B4 > B5 > B6 > 0$$

$$\text{i } MAXVALOR > P1 > P2 > P3 > 0$$

- El pes màxim seran les cantonades del contrincant.
- El segon pes seran les caselles que donen accés a les cantonades.
- El tercer pes serà per les caselles que tenen accés a les de segon pes.
- Per últim també, donarem un cert pes a caselles rellevants com ara les cantonades pròpies i les caselles importants de la fila del mig.
- El funcionament de la matriu de penalització és semblant a l'explicat.

B5					B5
		B6		B6	
B6		B3	B2	B6	B4
	B2		B6		B2
B1	B3	B3	B2	B2	B1

Imatge 1

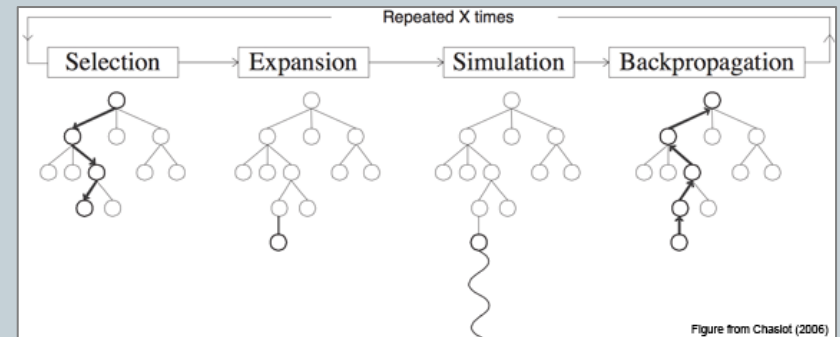
P1	P3	P3	P2	P2	P1
	P3				P3
			P3	P3	

Imatge 2

MCTS



- El Monte-Carlo Tree Search (MCTS) és un mètode de cerca basat en exploracions aleatòries en l'espai de cerca, utilitzades per a predir el moviment més prometedor.
- El MCTS, en un principi, no necessita coneixement sobre el joc, les condicions necessàries són:
 - Puntuació del joc acotada
 - Normes conegudes
 - Longitud del joc limitada.
- S'ha de trobar equilibri entre:
 - *Exploitation* : explotació dels nodes amb més nombre de victòries (més prometedors).
 - *Exploration* : exploració dels nodes més desconeguts.
- El MCTS està dividit en quatre fases, que són selecció, expansió, simulació i retropropagació.



MCTS



- **La fase de selecció:**
 - Avancem des de l'arrel de l'arbre fins a trobar un node fulla.
- **La fase d'expansió:**
 - Afegim nodes al nostre arbre MCTS
- **La fase de simulació:**
 - A partir del node seleccionat, realitzem una simulació d'una partida, realitzant moviments aleatoris.
- **La fase de retropropagació:**
 - Actualitzem els valors resultants de la simulació, des del node fulla fins al node arrel.

Totes aquestes fases es van repetint fins a una condició de final, en el nostre cas, és el temps, que per defecte posarem a 4 segons.

```
funció MCTS (estat):  
  
    Mentre (Hi_Ha_Temps) fer  
  
        nodeActual=Arrel  
  
        //si el node no és fulla, va seleccionant fins a arribar a un node fulla  
        Mentre (!nodeActual.esFulla()) fer  
            nodeActual=Seleccionar (nodeActual)  
  
        fimentre  
        //expandim el node seleccionat  
        nodeActual=Expandir (nodeActual)  
  
        // calculem el valor de la simulació (1, 0)  
        Valor=Simulacio (nodeActual)  
  
        // Retropropagem el valor cap al node arrel  
        Mentre (nodeActual ≠ Arbre ) fer  
            Retropropagacio (nodeActual,Valor)  
            nodeActual=nodeActual.pare  
        fimentre  
  
        fimentre  
        // retornem el millor moviment segons el valor màxim  
        retorna MillorFill (Arrel)  
  
fifunció
```

UCT



- L'estratègia UCT (Upper Confidence Bound applied to trees) és utilitzada per a la fase de selecció, amb la finalitat de mantenir un equilibri entre l'exploració i l'exploració.

$$UCT = \frac{W_i}{n_i} + C \cdot \sqrt{\frac{\ln n}{n_i}}$$

On:

- W_i seria el valor del nombre de victòries acumulades.
- n_i el nombre de simulacions realitzades des del node i .
- C constant, a la pràctica s'usa sovint $\sqrt{2}$.
- n nombre de simulacions totals.

MCTS + Heurística



- Unim l'eficàcia de l'algorisme MCTS amb el coneixement que proporciona una heurística.
- Afegirem a la nostra estratègia UCT el valor de la nostra heurística en la fase de selecció.
- Adaptem els valors de la nostra heurística als valors que utilitza el MCTS, és a dir, d'1 a 0.

$$H(estat) = \frac{valor(estat) + MAXVALOR}{2 \cdot MAXVALOR}$$

- Afegim una variable β que ens reduirà el valor de l'heurística a mesura que es vagi sobrepassant un nombre k de simulacions.

$$\beta = \frac{k}{k + n_i}$$

- El nostre algorisme de selecció per al MCTS ens retornarà els valors segons:

$$UCT_{heuristica} = \beta \cdot H(estat) + (1-\beta) \cdot \frac{w_i}{n_i} + C \cdot \sqrt{\frac{\ln(n)}{n_i}}$$

Segona versió de l'heurística



- La segona versió de l'heurística és més de desgast i no tant agressiva.
- La nova heurística la definirem com una combinació lineal de diversos paràmetres:

$$\text{Combinació lineal de paràmetres} = C1 * \text{parametre1} + C2 * \text{parametre2} + C3 * \text{parametre3}$$

- On:

- Paràmetre 1 = diff(posicional)
- Paràmetre 2 = diff(num_peces)

$$\frac{\text{fitxes}_1 - \text{fitxes}_2}{\text{fitxes}_1 + \text{fitxes}_2} * \text{Constant}$$

- Paràmetre 3 = diff (amenaces) : Suma de totes les possibilitats de matar peces de l'adversari, menys la possibilitat que té ell de matar les nostres.

Resultats de l'algorisme Minimax



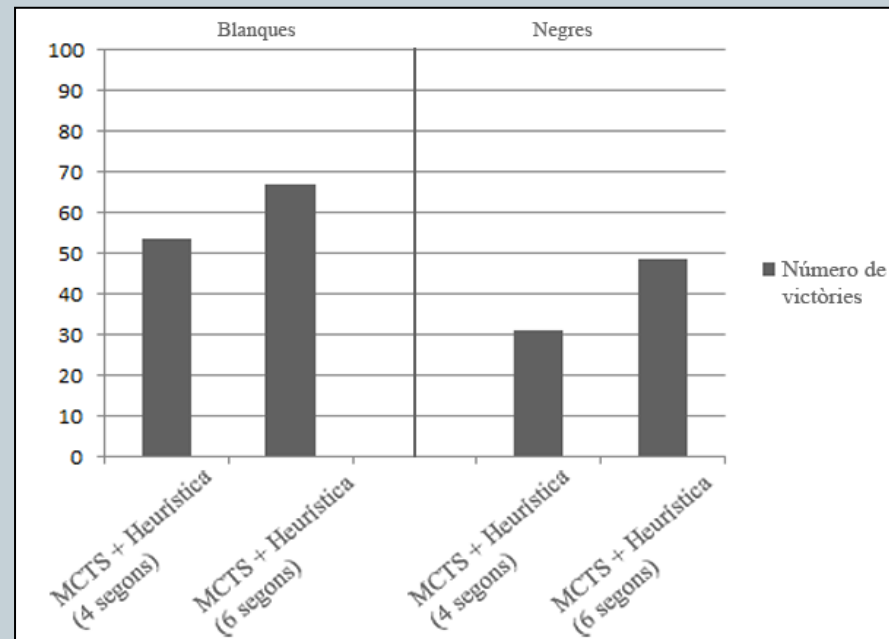
Profunditat Minimax	Negres				Victòries Blanques	59%
	2	3	4	5		
Blanques						
2	83 / 17	29 / 71	10 / 90	4 / 96	31.5	
3	96 / 4	78 / 22	17 / 83	10 / 90	50.25	
4	100 / 0	98 / 2	62 / 38	16 / 84	69	
5	100 / 0	98 / 2	87 / 13	57 / 43	85.5	
Victòries Negres	5.25	24.25	56	78.25		
41%						

- Per a generar les estadístiques hem fet paquets de 100 partides.

Resultats del MCTS + Heurística



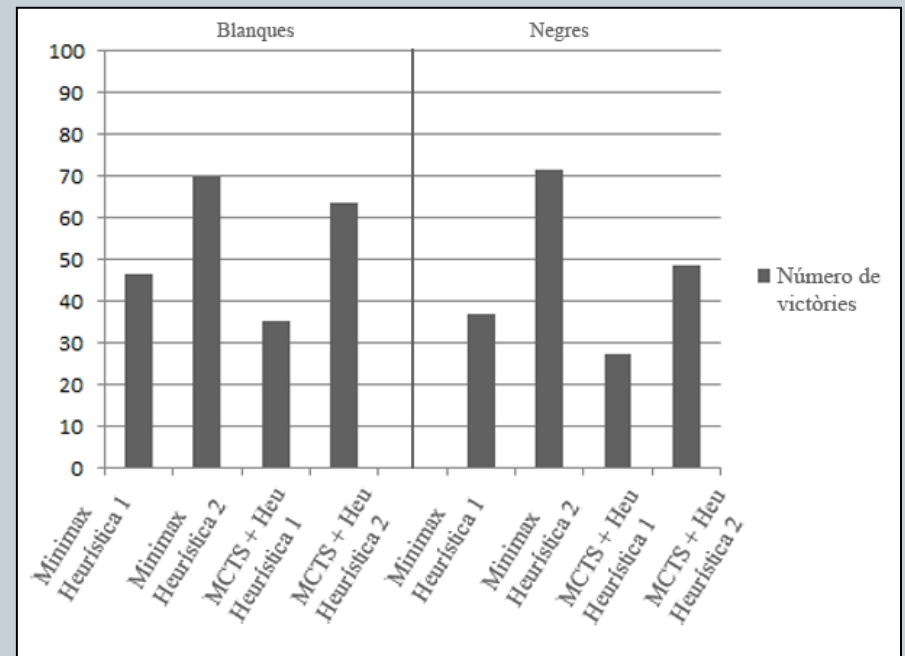
Algorisme	Negres		Mitjana victòries Blanques
Blanques	MCTS+ HEU (4 segons)	MCTS+ HEU (6 segons)	
MCTS+ HEU (4 segons)	66 / 34	41 / 59	53.5
MCTS+ HEU (6 segons)	72 / 28	62 / 38	67
Mitjana victòries negres	31	48.5	



Resultats de les dues Heurístiques



Algorisme	Negres				Mitjana victòries Blanques
	Minimax heurística1	Minimax heurística2	MCTS + heurística1	MCTS + heurística2	
Blanques					
Minimax heurística1	57 / 43	24 / 76	67 / 33	38 / 62	46.5
Minimax heurística2	87 / 13	36 / 64	94 / 6	62 / 38	69.75
MCTS + heurística1	47 / 53	10 / 90	45 / 55	39 / 61	35.25
MCTS + heurística2	61 / 39	44 / 56	84 / 16	66 / 34	63.75
Mitjana victòries negres	37	71.5	27.5	48.75	

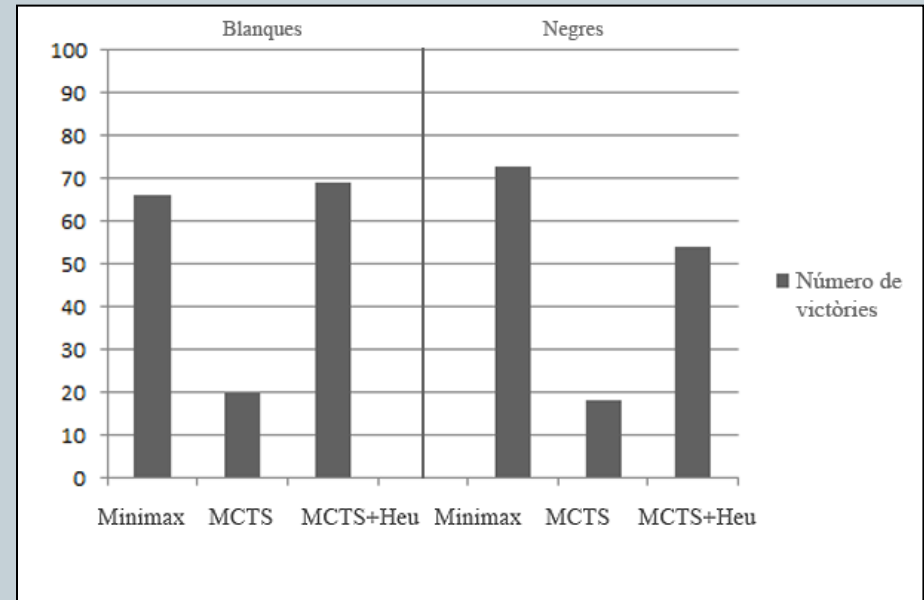


- Configuració: Profunditat Minimax = 5; Segons MCTS = 4s.

Resultats de la comparació dels diferents algorismes



Profunditat Minimax	Negres			Mitjana Victòries Blanques	52%
Blanques	Minimax (prof.5)	MCTS (4 segons)	MCTS + HEU (4 segons)		
Minimax (prof.5)	36 / 64	100 / 0	62 / 38	66	
MCTS (4 segons)	1 / 99	49 / 51	10 / 90	20	
MCTS+ HEU (4 segons)	44 / 56	97 / 3	66 / 34	69	
Mitjana Victòries Negres	73	18	54		
					48%



- Configuració: Profunditat Minimax = 5; Segons MCTS = 4s.

Conclusions finals



- Començar per una solució inicial i anar evolucionant cap a les diferents tècniques analitzades, ha facilitat el procés d'aprenentatge.
- Hem pogut advertir que la utilitat de tenir una heurística ben definida és força important, tot i que no és imprescindible.
- Si gaudíssim de més capacitat de còmput les nostres solucions millorarien.
- Una possible via d'ampliació d'aquest projecte, consistiria en implementar un MCTS amb memòria, és a dir, que anés guardant l'arbre creat en cada jugada.
- En definitiva, hem creat una aplicació capaç de jugar contra un humà, que, a més, ens ha servit per a comparar i avaluar les diferents tècniques a través de l'anàlisi de cadascuna d'elles.



Gràcies per la vostra atenció