

Mancala Player AI

Il Mancala è un gioco di origine africana risalente a più di 2000 anni fa. Esistono molteplici variazioni di questo gioco, quella utilizzata in questo progetto è la seguente.

Regole del gioco

La postazione di gioco è costituita da una griglia 6x2, nella configurazione iniziale ogni cella contiene 4 biglie l'una. La fila più in basso è la fila del giocatore 1, mentre quella più in alto è la fila del giocatore 2. Ai lati di questa griglia sono posizionate due celle più grandi, i mancala dei due giocatori, il mancala di destra è il mancala del giocatore 1 mentre quello di sinistra è del giocatore 2.

	4		4		4		4		4		4	
0												0
	4		4		4		4		4		4	

Configurazione iniziale della griglia

Ad ogni turno un giocatore preleva tutte le biglie da una cella nella sua fila, escluso il mancala, e ne posiziona una alla volta nelle celle adiacenti in senso antiorario, mancala compreso. Ogni volta che un giocatore inserisce una biglia nel suo mancala guadagna un punto.

	4		4		4		4		4		5	
0												1
	4		4		4		0		5		5	

Esempio di mossa per il giocatore 1: partendo dalla configurazione iniziale il giocatore ha prelevato tutte le biglie dalla quarta cella e ne ha posizionate una per volta nelle celle adiacenti in senso antiorario (notare come abbia inserito una biglia anche in una cella dell'avversario)

Quando un giocatore non può più prelevare biglie dalla sua fila il gioco termina. In questo caso tutte le biglie nella fila del giocatore avversario vengono inserite nel suo mancala. Vince il giocatore che ha più biglie nel suo mancala.

	2		0		0		0		0		0	
22												23
	0		0		1		0		0		0	
	0		0		0		0		0		0	
25												23
	0		0		0		0		0		0	

In questo caso il giocatore 2 ha vinto la partita: muovendo la cella 6 ha posizionato una biglia nel suo mancala ed una nella prima cella del giocatore 1, ma non avendo più biglie nella sua fila ha prelevato tutte le biglie nella fila del giocatore 1 (quindi 2) e le ha posizionate nel suo mancala

Implementazione

Il gioco è stato implementato in python usando come rappresentazione un array di interi. In particolare l'array è composto da 13 elementi: gli interi nelle posizioni da 0 a 6 rappresentano rispettivamente il numero di biglie nelle caselle e nel mancala del giocatore 1 (lato basso della griglia), mentre gli interi nelle posizioni da 7 a 13 rappresentano le biglie del giocatore 2 (lato alto della griglia).

Uno stato del gioco è dato da una particolare disposizione delle biglie nella griglia e nei mancala. Dato uno stato, gli stati figli sono dati dall'insieme delle rappresentazioni ottenibili da ogni mossa valida del giocatore successivo a quello corrente, dove una mossa consiste nel prelevare tutte le biglie da una cella e posizionarle nelle celle successive. Una mossa è ritenuta valida se la cella selezionata contiene almeno una biglia da prelevare.

Quindi, partendo ad esempio dallo stato iniziale, gli stati figli saranno sei, ognuno corrispondente alla rappresentazione ottenuta prelevando le biglie da una delle sei celle del giocatore e posizionando queste nelle caselle successive.

Nella versione uomo contro AI, il lato basso della griglia è il lato del giocatore umano, mentre il lato alto è quello dell'AI.

Euristiche

Per questo gioco sono state implementate diverse euristiche che sono poi state confrontate tra loro. Tutti i test sono stati effettuati applicando le euristiche ad una funzione minmax con alpha beta pruning con una profondità di predizione delle mosse successive pari a 5 (cioè esplorando fino a 5 livelli dell'albero degli stati, partendo dallo stato corrente). Ovviamente applicando una profondità maggiore l'AI avrà performance migliori, ma impiegherà più tempo a compiere ogni mossa.

Euristica del punteggio relativo

Questa euristica calcola il punteggio relativo del giocatore MAX dato un determinato stato.

$$H_0(state) = state.playerPoints - state.opponentPoints$$

Con questa euristica l'AI è in grado di calcolare la sua mossa in circa 0.01 secondi, tempo che va diminuendo quando l'AI è in grado di vedere la fine del gioco.

```
AI MOVE
Value: 0
Move made in 0.013081789016723633 seconds
  5| 5| 5| 0| 4| 4
 1          1
 4| 4| 0| 5| 5| 5
```

Mossa calcolata dall'AI al suo primo turno (lato alto della griglia), value indica il valore dell'euristica restituito dal minmax per questa mossa

Utilizzando questa euristica, su un totale di cinque partite, l'AI è in grado di vincere il 60% delle volte contro un giocatore umano con in media 60 mosse. Questa euristica è stata usata come base per lo sviluppo di euristiche più avanzate.

Euristica delle biglie avversarie

Questa euristica valuta uno stato, oltre in base al punteggio relativo, anche in base al numero di biglie presenti nel lato avversario della griglia. In particolare maggiore sarà il numero di biglie nel lato avversario maggiore sarà la valutazione per quello stato. Il punteggio relativo è stato moltiplicato per una costante al fine di dargli sempre maggiore rilevanza.

$$H_0(state) = (state.playerPoints - state.opponentPoints) * 10 + (state.opponentPebbles - state.playerPebbles)$$

L'idea alla base di questa euristica consiste nell'evitare il più possibile di accumulare biglie sul proprio lato del campo, andandole a depositare nel lato avversario e, necessariamente, anche nel proprio mancala. Aumentando le biglie nel lato avversario si ha anche maggiore possibilità di finire il gioco prima dell'avversario, andando in questo modo a depositare le sue biglie nel proprio mancala.

Con questa euristica l'AI impiega in media circa 0.05 secondi per compiere la sua mossa.

```
AI MOVE
Value: 2
Move made in 0.05015373229980469 seconds
  5| 5| 0| 4| 4| 4
 1          1
 5| 4| 0| 5| 5| 5
```

Mossa dell'AI al suo primo turno (lato alto della griglia), notare come in questo caso l'AI preferisca effettuare una mossa che inserisce biglie anche nel lato avversario

Questa euristica risulta essere meno efficiente della precedente, infatti in un totale di 5 partite è riuscita a vincere una sola volta contro un giocatore umano ed una volta ha chiuso la partita in pareggio. Come per l'euristica precedente il numero di mosse medio per ogni partita è 60.

Euristica della casella destra

Questa euristica prende spunto da una nota strategia del Mancala: accumulare più biglie possibili nella casella più a destra del proprio lato. Anche in questo caso viene sempre preso in considerazione il punteggio relativo moltiplicato per un fattore di importanza.

$$H_0(state) = (state.playerPoints - state.opponentPoints) * 10 + state.pebblesInRightmostCell$$

Con questa euristica l'AI impiega circa 0.01 secondi a compiere la sua mossa

```
AI MOVE
Value: 27
Move made in 0.0162961483001709 seconds
15| 0| 3| 0| 0| 0
10                                8
1| 1| 4| 4| 2| 0
```

Mossa dell'AI in un turno della partita: notare come l'AI stia accumulando più biglie possibili nella sua casella più a destra

Nelle partite contro un giocatore umano questa euristica è risultata la migliore in quanto, sempre in un totale di cinque partite, è riuscita a vincere 3 volte e ad ottenere una volta un pareggio. Come nei precedenti casi il numero medio di mosse a partita è 60.

Confronto tra euristiche

Al fine di avere una valutazione più oggettiva della qualità delle euristiche precedenti, queste sono state messe l'una contro l'altra. In questo caso non c'è un giocatore umano a giocare contro l'AI, ma i giocatori sono due AI che utilizzano lo stesso algoritmo di ricerca (minmax con alpha beta pruning) applicando però euristiche diverse. La profondità di visione degli stati è pari a cinque per entrambi i giocatori, ovviamente modificando le profondità il giocatore con una profondità maggiore ha sempre un vantaggio rispetto al giocatore con profondità minore. Di seguito i risultati dei confronti in un totale di dieci partite ciascuna.

Punteggio relativo (HP) vs Biglie avversarie (HB)

Il primo test è stato effettuato facendo partire come primo giocatore l'AI del punteggio relativo. Su un totale di dieci partite i risultati sono stati i seguenti:

Vittorie HP	5
Vittorie HB	3
Pareggi	2

Quindi l'euristica del punteggio relativo riesce leggermente ad imporsi sull'euristica delle biglie avversarie.

Il secondo test è stato effettuato facendo partire per prima l'euristica delle biglie avversarie. In questo caso i risultati sono stati i seguenti:

Vittorie HP	7
Vittorie HB	1
Pareggi	2

Quindi partendo per seconda l'euristica del punteggio relativo riesce ad imporsi maggiormente sull'euristica delle biglie avversarie.

Punteggio relativo (HP) vs Casella destra (HR)

Anche in questo caso è stato fatto un primo test facendo partire per primo il giocatore HP, i risultati sono i seguenti:

Vittorie HP	5
Vittorie HR	5
Pareggi	0

Le due euristiche in questo caso si eguagliano, vincendo lo stesso numero di partite.

I risultati ottenuti facendo partire per primo il giocatore HR sono i seguenti:

Vittorie HP	3
Vittorie HR	6
Pareggi	1

Partendo per prima l'euristica della casella destra riesce ad ottenere un leggero vantaggio su quella del punteggio relativo, vantaggio che comunque non può dimostrare l'effettiva migliore efficienza di questa euristica.

Biglie avversarie (HB) vs Casella destra (HR)

Nel primo test il primo giocatore è HB, di seguito i risultati:

Vittorie HB	1
Vittorie HR	8
Pareggi	1

In questo primo test l'euristica della casella destra è riuscita ad imporsi fortemente sull'euristica delle biglie avversarie.

Facendo partire per primo il giocatore HR i risultati sono i seguenti:

Vittorie HB	2
Vittorie HR	7
Pareggi	1

Quindi anche invertendo l'ordine dei giocatori l'euristica HR riesce ad imporsi sull'euristica HB.

Questo risultato rispetta le aspettative in quanto l'euristica delle biglie avversarie è risultata più debole anche nel confronto con l'euristica del punteggio relativo.

In conclusione, volendo classificare le tre euristiche, si può sicuramente affermare che l'euristica delle biglie avversarie risulti più debole delle altre due euristiche proposte, mentre non è possibile effettuare una gerarchia netta tra l'euristica del punteggio relativo e quella della casella destra, in quanto l'euristica della casella destra riesce leggermente ad imporsi sull'euristica del punteggio relativo, ma questo risultato può essere spiegato dalla variabilità del test.