

ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ THÔNG TIN



HỌC PHẦN: TRÍ TUỆ NHÂN TẠO
BÁO CÁO BÀI TẬP 4
EVALUATION FUNCTIONS FOR
MINIMAX/ALPHABETA/EXPECTIMAX

Giảng viên hướng dẫn:

TS. Lương Ngọc Hoàng

Lớp:

CS106.O22

Sinh viên thực hiện:

Cao Huyền My – 22520896

TP. Hồ Chí Minh, tháng 4, năm 2024

I. THIẾT KẾ EVALUATION FUNCTION

Mục tiêu của bài tập này là thiết kế evaluation function sao cho Pacman thắng trò chơi với số điểm cao nhất.

Mỗi hành động mà Pacman thực hiện sẽ ảnh hưởng đến điểm số hiện tại và điểm kết thúc của trò chơi, do đó ta cần thiết kế hàm lượng giá dựa trên các kết quả mà các hành động này mang lại.

- Điểm số tương ứng với các hành động trong trò chơi:
 - + **Mỗi hành động** (kể cả đứng yên): -1 điểm
 - + **Ăn chấm thức ăn**: +10 điểm
 - + **Ăn Capsule**: +0 điểm (lúc này các con ma chuyển sang màu trắng (trạng thái sợ hãi) trong thời gian ngắn và Pacman có thể ăn ma để kiếm điểm)
 - + **Ăn ma**: +200 điểm
 - + **Thắng** (ăn hết các chấm thức ăn): +500 điểm
 - + **Thua** (bị ma ăn): -500 điểm
- **Các đặc trưng mà em dùng để thiết kế hàm lượng giá mới (betterEvaluation Function2) là:**
 - + **score**: điểm số hiện tại của trò chơi. Điểm hiện tại càng cao thì khả năng kết quả cuối cùng càng tốt. Do đó cần tìm cách tăng giá trị này.
 - + **closestFood**: khoảng cách đến chấm thức ăn gần nhất. Khoảng cách này càng nhỏ càng tốt. Do đó, Pacman cần ưu tiên các hành động giảm thiểu giá trị này bằng cách di chuyển đến gần các chấm thức ăn hơn.
 - + **closestNomalGhost**: khoảng cách đến con ma xanh (ma ở trạng thái bình thường) gần nhất. Pacman càng ở xa một con ma xanh càng tốt. Pacman nên ưu tiên những hành động giảm giá trị này bằng cách tránh xa những con ma xanh.
 - + **closestScaredGhost**: khoảng cách đến con ma trắng (ma ở trạng thái sợ hãi) gần nhất. Con số này càng nhỏ càng tốt. Pacman nên ưu tiên thực hiện hành động giảm giá trị này bằng cách lại gần những con ma trắng hơn.
 - + **numberOfFoods**: số chấm thức ăn còn lại. Con số này càng nhỏ thì càng gần chiến thắng. Do đó Pacman cần ưu tiên hành động làm giảm giá trị này.
 - + **numberOfCapsules**: số capsule còn lại. Con số này càng nhỏ càng tốt, Pacman nên cố gắng giảm giá trị này khi nó đi ngang qua các Capsule.

- Sau nhiều lần chạy em rút ra được hàm lượng giá mới từ các đặc trưng trên như sau:

$$\begin{aligned} \text{betterEvaluationFunction2}(\text{state}) &= \text{score} - 1.0 * \text{closestFood} - 3.0 * (1.0 / \text{closestNomalGhost}) \\ &- 3.0 * \text{closestScaredGhost} - 20.0 * \text{numberOfCapsules} - 4.0 * \text{numberOfFoods} \quad \text{nếu} \\ &\quad \text{closestNomalGhost} \neq 0 \\ &= \text{score} - 1.0 * \text{closestFood} - 3.0 * \text{closestScaredGhost} - \\ &20.0 * \text{numberOfCapsules} - 4.0 * \text{numberOfFoods} \quad \text{nếu} \quad \text{closestNomalGhost} == 0 \end{aligned}$$

- Lí do **chọn closestNomalGhost làm đặc trưng phi tuyến** thay vì tuyến tính như những đặc trưng còn lại:

Cả 2 hàm ax và $-a/x$ ($a > 0$) đều tăng khi x tăng: Điều phù hợp với tính chất khoảng cách đến con ma xanh gần nhất càng xa càng tốt.

Tuy nhiên với $x > 0$:

+ Hàm ax luôn dương và tăng đều khi x tăng.

+ Hàm $-a/x$ luôn âm, khi $x \in (0, 1]$ thì hàm này giảm rất nhanh và giá trị rất nhỏ (tiến tới $-\infty$) khi x tiến về 0, còn khi $x \in (1, +\infty]$ thì hàm tăng rất chậm và giá trị không quá nhỏ.

→ Chọn hàm $-a/x$ để khi Pacman sát ngay con ma xanh thì giá trị trạng thái sẽ rất thấp, còn khi không quá sát con ma thì giá trị trạng thái không bị trừ quá nhiều. Từ đó **tránh được nhiều trường hợp Pacman vì sợ lại gần con ma xanh mà đứng yên (STOP)** (dù khoảng cách đến ma xanh gần nhất khá an toàn) nó chờ con ma lại gần mới di chuyển, các trường hợp này rất dễ dẫn đến thua hoặc thắng ít điểm.

II. THỐNG KÊ VÀ NHẬN XÉT

Chạy thử nghiệm **3 thuật toán** (Minimax, AlphaBeta, Expectimax) với **3 hàm lượng giá** (scoreEvaluationFunction, betterEvaluationFunction, betterEvaluationFunction2) trên **5 layout** (capsuleClassic, contestClassic, mediumClassic, minimaxClassic, openClassic), với **depth = 3**, trên **2 loại ma** là Random Ghost và Directional Ghost.

Ván chơi có kết quả khá tốt: **python pacman.py -l contestClassic -p AlphaBetaAgent -a depth=3,evalFn=betterEvaluationFunction2 -g RandomGhost -s 22520898 --frameTime 0**

1. Thống kê

RANDOM GHOST									
scoreEvaluationFunction	Minimax			AlphaBeta			Expectimax		
Layout	Average Score	Win Count	Time	Average Score	Win Count	Time	Average Score	Win Count	Time
capsuleClassic	-477.4	0/5	74.5580447	-477.4	0/5	73.5916748	-114.4	0/5	47.1048355
contestClassic	39.4	0/5	122.8869791	39.4	0/5	111.6799247	840.6	0/5	230.2661507
mediumClassic	90.2	3/5	562.7594078	90.2	3/5	544.5039701	-224.2	2/5	627.2468348
minimaxClassic	-92	2/5	8.8356228	-92	2/5	8.8501694	309.2	4/5	9.4722917
testClassic	512	5/5	19.4040904	512	5/5	18.0794055	338.6	4/5	14.8538544
betterEvaluationFunction	Minimax			AlphaBeta			Expectimax		
Layout	Average Score	Win Count	Time	Average Score	Win Count	Time	Average Score	Win Count	Time
capsuleClassic	-115.2	1/5	74.6583216	-115.2	1/5	74.6640458	-77.4	1/5	86.4626453
contestClassic	1532.2	4/5	170.9541013	1532.2	4/5	158.4231751	1413.8	4/5	161.8513565
mediumClassic	1621.6	5/5	114.8895955	1621.6	5/5	110.9872718	898.4	4/5	223.8257809
minimaxClassic	-94.6	2/5	9.4697692	-94.6	2/5	9.5675724	306.8	4/5	10.0808232
testClassic	561	5/5	11.8104012	561	5/5	11.2303045	563.8	5/5	10.9413683
betterEvaluationFunction2	Minimax			AlphaBeta			Expectimax		
Layout	Average Score	Win Count	Time	Average Score	Win Count	Time	Average Score	Win Count	Time
capsuleClassic	59.6	1/5	42.5955253	59.6	1/5	42.6224375	912.4	4/5	47.7440388
contestClassic	2257.2	5/5	138.3198111	2257.2	5/5	125.7703001	2234.4	4/5	164.1474941
mediumClassic	1551.4	5/5	112.3765264	1551.4	5/5	108.6628082	1747.8	5/5	95.3641083
minimaxClassic	-92.6	2/5	8.9739971	-92.6	2/5	9.0241263	308.8	4/5	9.6111002
testClassic	563	5/5	11.2607372	563	5/5	10.7644229	561	5/5	11.6816714

Agent	Số ván thắng	Tổng điểm trung bình
Minimax	45/75	7915.8
AlphaBeta	45/75	7915.8
Expectimax	50/75	10019.6

EvaluationFunction	Số ván thắng	Tổng điểm trung bình
scoreEvaluationFunction	30/75	1294.2
betterEvaluationFunction	52/75	10115.4
betterEvaluationFunction2	58/75	14441.6

DIRECTIONAL GHOST

scoreEvaluationFunction	Minimax			AlphaBeta			Expectimax		
Layout	Average Score	Win Count	Time	Average Score	Win Count	Time	Average Score	Win Count	Time
capsuleClassic	-408.8	0/5	18.0968161	-408.8	0/5	17.9861395	-256.4	0/5	19.6217608
contestClassic	-74.2	0/5	70.6927452	-74.2	0/5	64.3191628	1016	1/5	94.7294075
mediumClassic	787	1/5	73.5100358	787	1/5	71.4311235	788.8	1/5	69.5966947
minimaxClassic	-494.8	0/5	8.5809572	-494.8	0/5	8.5653274	-94.6	2/5	9.5119243
testClassic	554	5/5	11.5339835	554	5/5	10.9201379	552.4	5/5	11.8225238

betterEvaluationFunction	Minimax			AlphaBeta			Expectimax		
Layout	Average Score	Win Count	Time	Average Score	Win Count	Time	Average Score	Win Count	Time
capsuleClassic	-305	0/5	17.3310723	-305	0/5	17.2650685	-307.2	0/5	17.474211
contestClassic	523.6	1/5	103.2459364	523.6	1/5	94.8786194	1412.2	4/5	123.0069396
mediumClassic	656	1/5	91.7907147	656	1/5	89.2442446	506.8	1/5	72.6660042
minimaxClassic	-496.8	0/5	9.2027586	-496.8	0/5	9.1068475	-94.4	2/5	9.4618762
testClassic	558.4	5/5	11.9059134	558.4	5/5	11.3282523	559	5/5	11.8868823

betterEvaluationFunction2	Minimax			AlphaBeta			Expectimax		
Layout	Average Score	Win Count	Time	Average Score	Win Count	Time	Average Score	Win Count	Time
capsuleClassic	3.8	0/5	29.7849083	3.8	0/5	29.591099	-240	0/5	16.9141896
contestClassic	1116	1/5	109.0717325	1116	1/5	100.9001799	1355.2	2/5	84.9786487
mediumClassic	814.2	2/5	61.1909122	814.2	2/5	60.2819862	780.2	1/5	65.0770378
minimaxClassic	-495.4	0/5	8.8105114	-495.4	0/5	8.8169284	-295.8	1/5	9.3485646
testClassic	560.4	5/5	11.5870833	560.4	5/5	11.0615063	559.6	5/5	11.6462886

Agent	Số ván thắng	Tổng điểm trung bình
Minimax	21/75	3298.4
AlphaBeta	21/75	3298.4
Expectimax	30/75	6241.8

EvaluationFunction	Số ván thắng	Tổng điểm trung bình
scoreEvaluationFunction	21/75	2732.6
betterEvaluationFunction	26/75	3948.8
betterEvaluationFunction2	25/75	6157.2

2. Nhận xét

Nhìn chung, có thể thấy Expectimax trả về kết quả tương đối tốt hơn nhiều so với Minimax và AlphaBeta về số ván thắng và tổng điểm trung bình của 5 map ở cả 2 loại ma.

Minimax và AlphaBeta cho kết quả như nhau ở các map do 2 thuật toán này tương tự nhau, tuy nhiên AlphaBeta sẽ cho thời gian xử lý nhanh hơn nhờ kỹ thuật cắt tỉa.

Directional Ghost có số ván thắng thấp hơn hẳn so với Random Ghost.

Ở cả 2 loại ma scoreEvaluationFunction cho kết quả khá tệ so với 2 hàm còn lại. Ở Random Ghost betterEvaluationFunction2 cho nhiều ván thắng hơn (58/75) so với betterEvaluationFunction (52/75). Còn ở Directional Ghost thì 2 hàm này không chênh lệch đáng kể về số ván thắng, betterEvaluationFunction có số ván thắng nhiều hơn nhưng betterEvaluationFunction2 lại cho điểm số vượt trội. → betterEvaluationFunction2 có kết quả khá tốt so với 2 hàm còn lại, đặc biệt là về điểm số.

3. Kết luận

betterEvaluationFunction2 tuy đã hoạt động tốt hơn 2 hàm cũ, nhưng vẫn cần cải thiện để giải Directional Ghost hiệu quả hơn.

Đánh giá hiệu năng: **Minimax** < **AlphaBeta** < **Expectimax**.