

Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI



TRÍ TUỆ NHÂN TẠO *Artificial Intelligence*

Đoàn Vũ Thịnh
Khoa Công nghệ Thông tin
Đại học Nha Trang
Email: thinhdv@ntu.edu.vn

Nha Trang, 06-2023

Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

Thuật giải A* giải bài toán Puzzle 8

Khởi tạo

1	2	3
0	4	6
7	5	8

Kết thúc

1	2	3
4	5	6
7	8	0

Xây dựng hàm lượng giá: $f(n) = g(n) + h(n)$

Trong đó:

- $f(n)$: Hàm lượng giá heuristic tại trạng thái n
- $g(n)$: Khoảng cách từ n đến trạng thái bắt đầu
- $h(n)$: Khoảng cách từ trạng thái n đến mục tiêu

Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

Thuật giải A* giải bài toán Puzzle 8

Khởi tạo
src[]

1	2	3
0	4	6
7	5	8

Kết thúc
des[]

1	2	3
4	5	6
7	8	0

Hàm lượng giá h được tính:

- $h1 += \text{abs}(\text{src}[i][j] - \text{des}[i][j]): h = |0 - 4| + |4 - 5| + |5 - 8| + |8 - 0| = 16$
- h2: số ô sai vị trí

Khoảng cách từ n đến trạng thái bắt đầu: g++ (sau mỗi bước giá trị khoảng cách (g) tự động tăng thêm 1 đơn vị. Do vậy giá trị của hàm f chỉ còn phụ thuộc vào giá trị của h.

Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

Thuật giải A* giải bài toán Puzzle 8

Khởi tạo
src[]

1	2	3
0	4	6
7	5	8

Kết thúc
des[]

1	2	3
4	5	6
7	8	0

0	2	3
1	4	6
7	5	8

$h1=16$
 $h2=5$

1	2	3
4	0	6
7	5	8

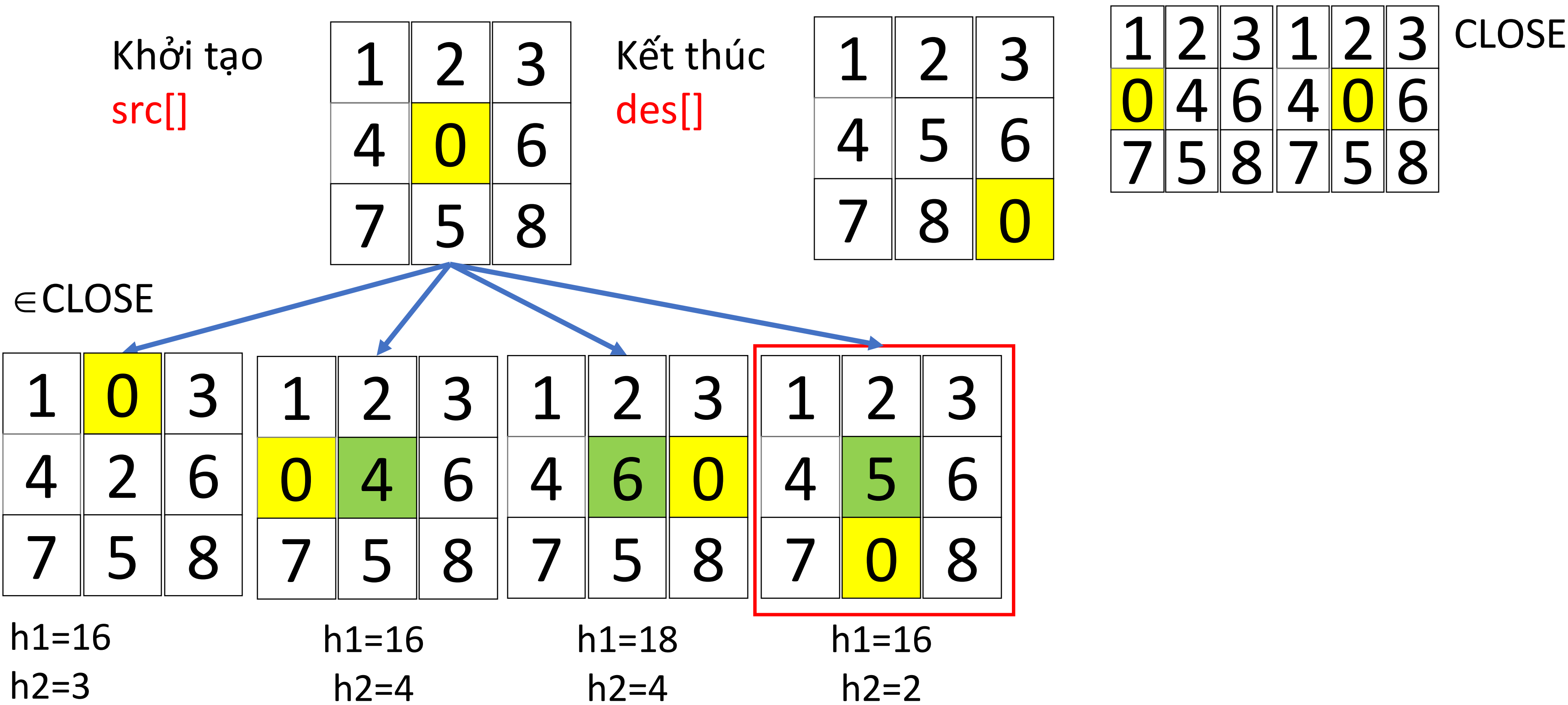
$h1=16$
 $h2=3$

1	2	3
7	4	6
0	5	8

$h1=22$
 $h2=5$

Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

Thuật giải A* giải bài toán Puzzle 8



Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

Thuật giải A* giải bài toán Puzzle 8

Khởi tạo
src[]

1	2	3
4	5	6
7	0	8

Kết thúc
des[]

1	2	3
4	5	6
7	8	0

1	2	3	1	2	3
0	4	6	4	0	6
7	5	8	7	5	8
1	2	3			
4	5	6			
7	0	8			

CLOSE

∈ CLOSE

1	2	3
4	0	6
7	5	8

$h_1=16$
 $h_2=2$

1	2	3
4	5	6
7	8	0

$h_1=h_2 = 0$

Heuristic 1: Tổng khoảng cách sai vị trí của từng miếng

Heuristic 2: Tổng số miếng sai vị trí

Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

Thuật giải A* giải bài toán Puzzle 8

Khởi tạo

1	2	3
0	4	6
7	5	8

Kết thúc

1	2	3
4	5	6
7	8	0

Trò chơi Puzzle 8 số với số tổ hợp các trường hợp có thể xảy ra là $(3 \times 3)! = 362.880$ trường hợp.

Ta có thể giới hạn độ sâu của các nhánh sinh ra bằng phương pháp cắt cụt alpha-beta cho phép cắt bỏ những nhánh không cần thiết nhằm giảm bớt số trường hợp phải xét mà không ảnh hưởng đến kết quả đánh giá.

Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

Trò chơi 2 người đối kháng

- Xét một trò chơi trong đó 2 người thay phiên nhau đi nước của mình như cờ vua, cờ tướng, cờ caro
- Trò chơi có một trạng thái bắt đầu và mỗi nước đi sẽ biến đổi trạng thái hiện hành thành một trạng thái mới.
- Trò chơi sẽ kết thúc theo một quy định nào đó, nghĩa là cuộc chơi sẽ dẫn đến một trạng thái phản ánh có một người chơi thắng cuộc hoặc một trạng thái không có ai thắng cuộc (trạng thái hòa).
- Phân tích xem từ một trạng thái nào đó sẽ dẫn đến đấu thủ nào sẽ thắng với điều kiện cả 2 đấu thủ đều sẽ đi những nước đi tốt nhất.

Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

Trò chơi 2 người đối kháng

- Mỗi trò chơi có thể biểu diễn bởi một cây trò chơi
- Mỗi một nút cây biểu diễn cho một trạng thái
- Nút gốc biểu diễn trạng thái bắt đầu của trò chơi
- Mỗi nút lá biểu diễn cho một trạng thái kết thúc của trò chơi (thắng, thua, hòa)
- Nếu trạng thái X được biểu diễn bởi nút n thì các con của n biểu diễn cho tất cả các trạng thái kết quả của nước đi có thể xuất phát từ trạng thái X .

Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

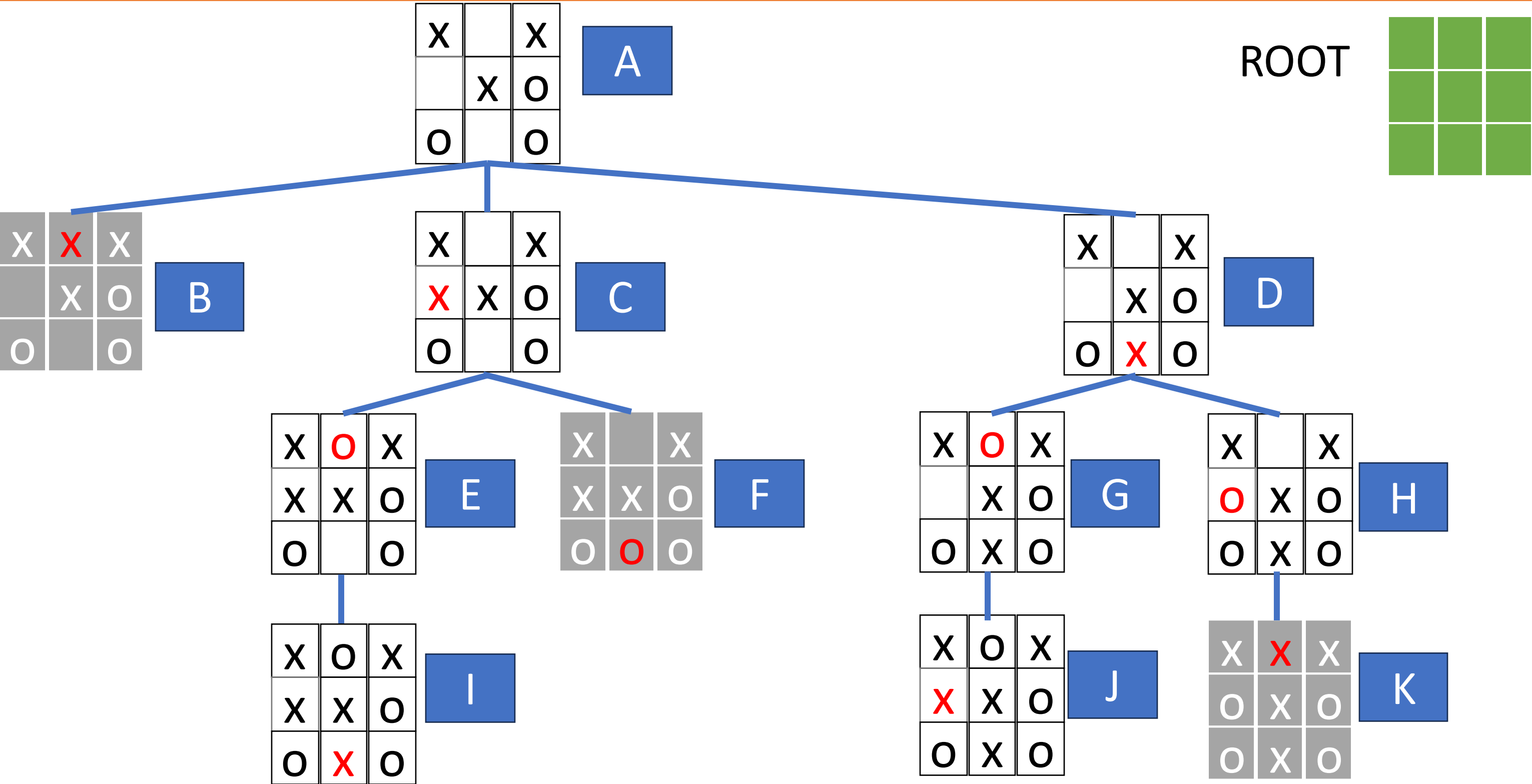
Trò chơi 2 người đối kháng

X-đi
MAX

O-đi
MIN

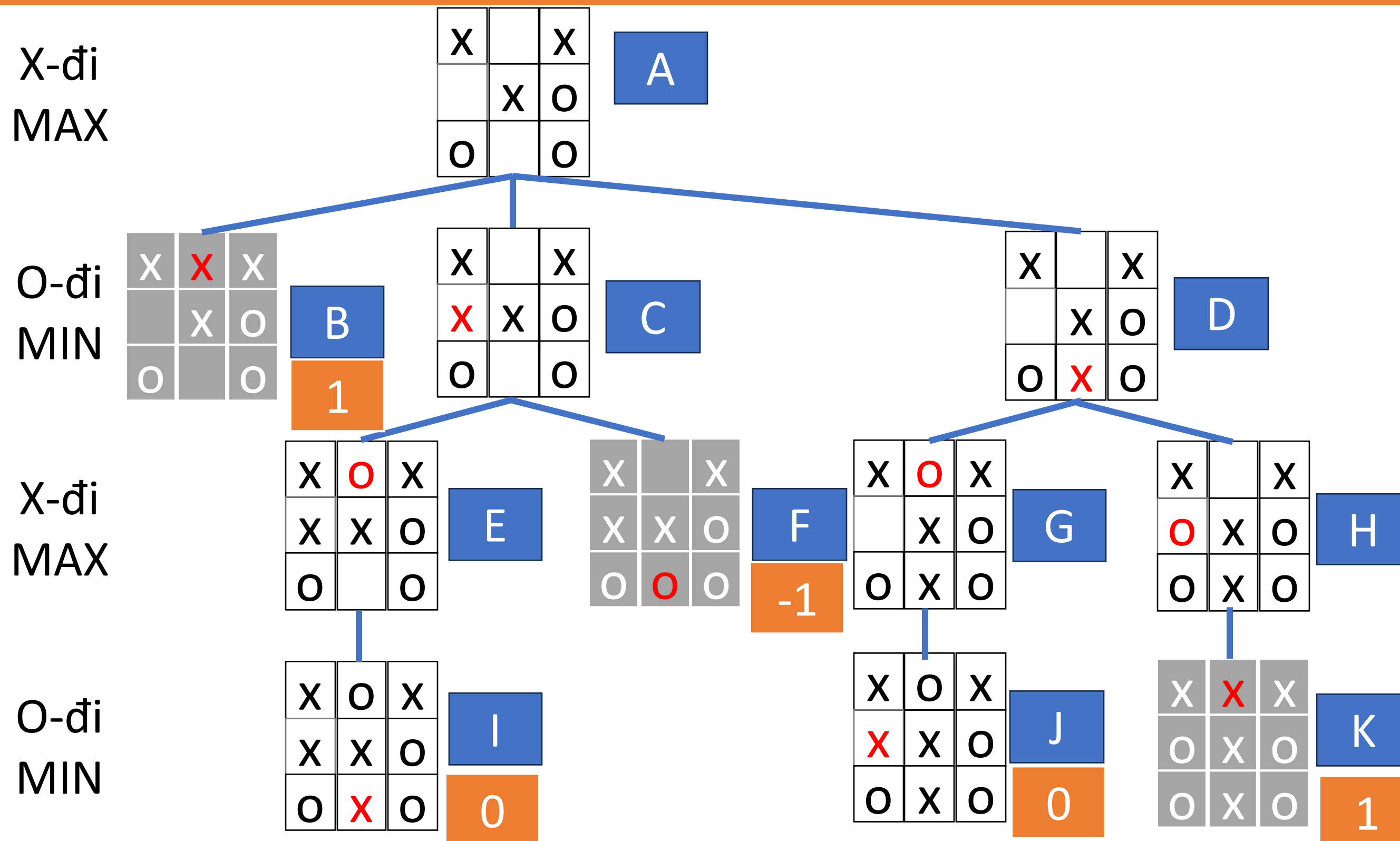
X-đi
MAX

O-đi
MIN



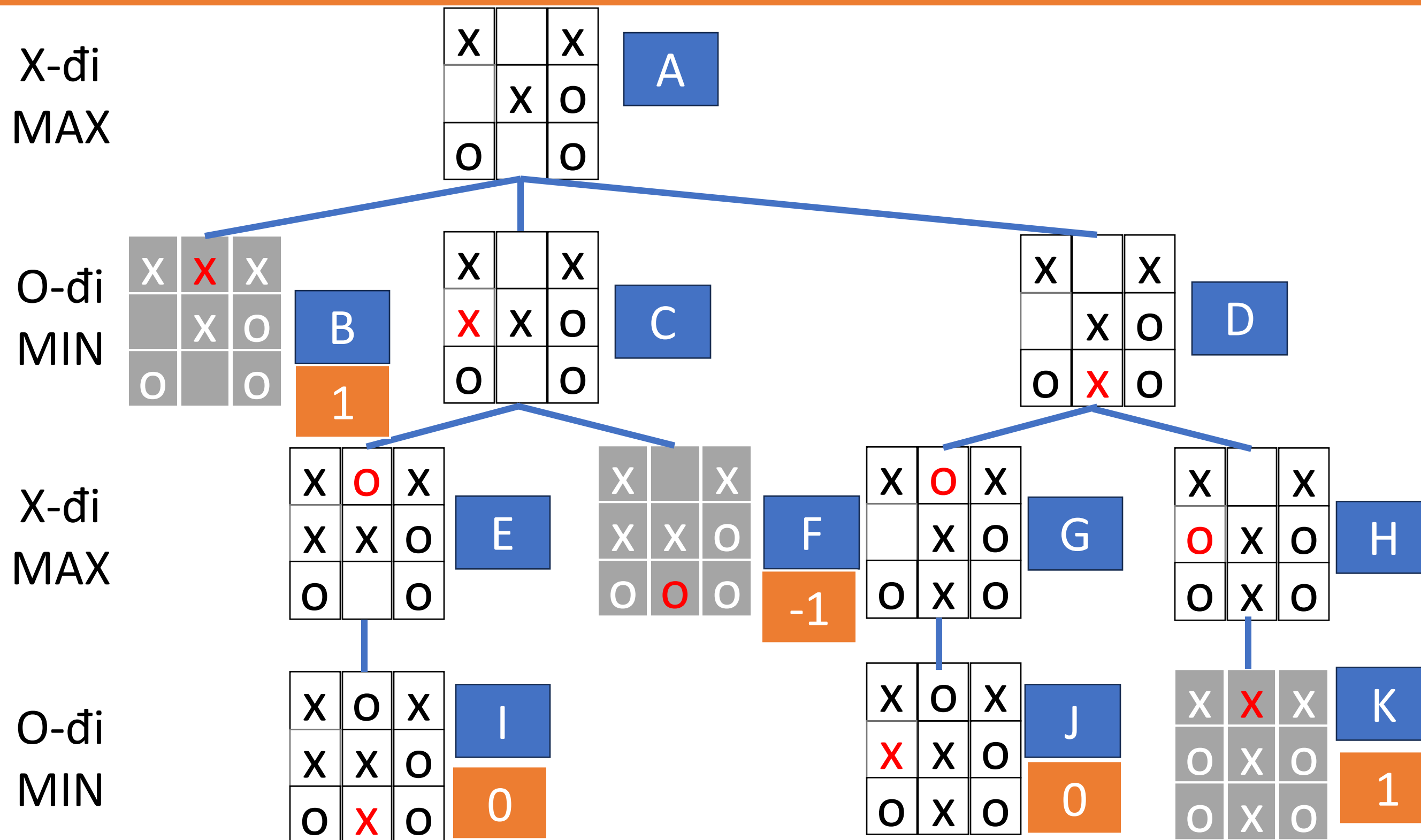
Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

Trò chơi 2 người đối kháng



Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

Trò chơi 2 người đối kháng



- X: muốn thắng cần hướng đến các nút có giá trị 1 hay MAX

- O: muốn thắng cần hướng đến các nút có giá trị -1 hay MIN

- Nguyên tắc định trị:

- Nút lá: luôn có g.trị

Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

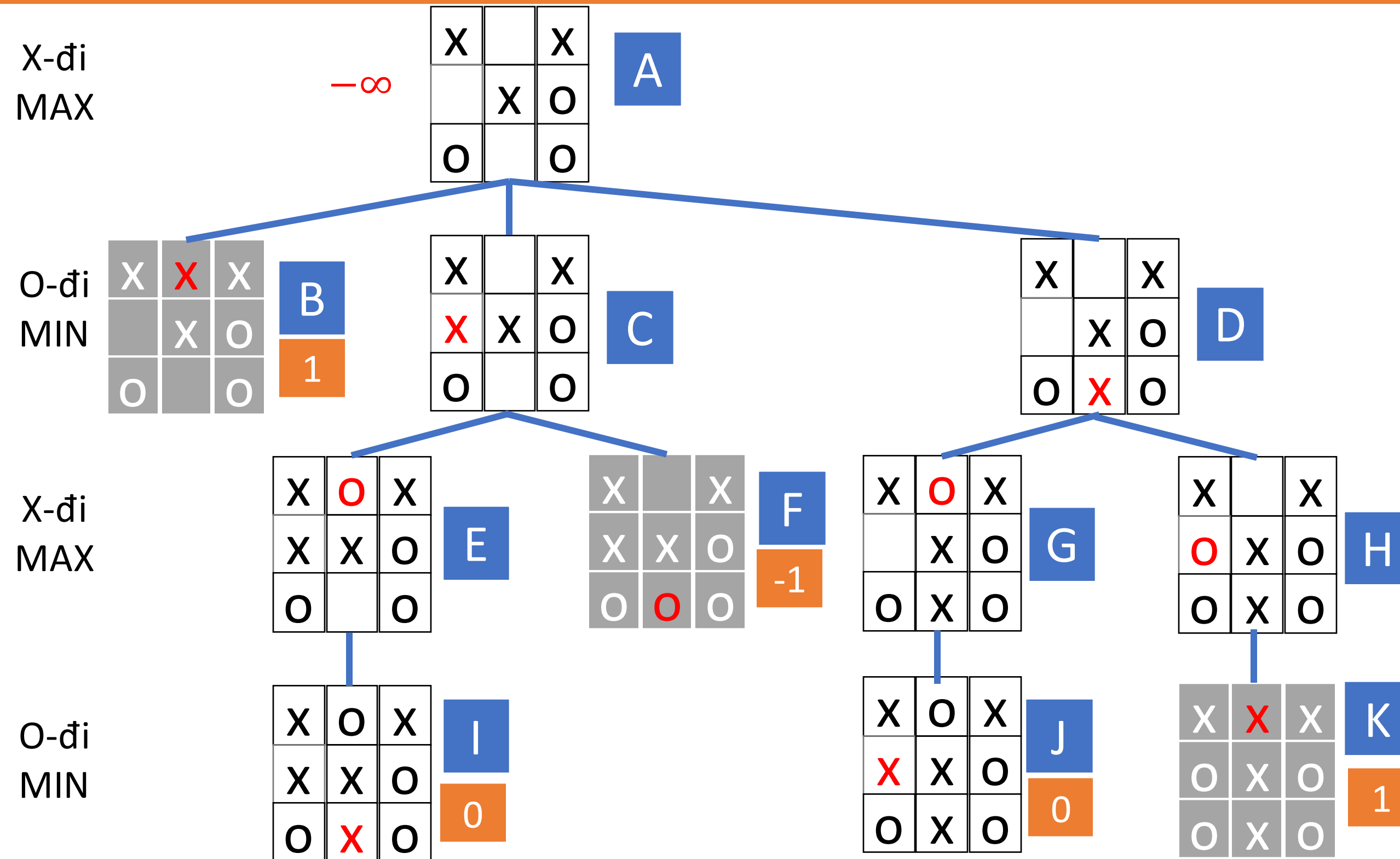
Trò chơi 2 người đối kháng

Kỹ thuật vét cạn (MIN-MAX)

- Giá trị nút MAX là giá trị lớn nhất của các nút con
- Giá trị nút MIN là giá trị nhỏ nhất của các nút con
- Bài toán tìm MAX hoặc MIN của dãy số (giải thuật vét cạn)
- Có 2 cách giải:
 - Cách 1: $MAX = MIN = A_0$, duyệt $A_1 - A_n$ tìm MAX, MIN
 - Cách 2: $MAX = -\infty$ và $MIN = +\infty$
- Áp dụng cách 2 cho bài toán: Mỗi nút sẽ có một giá trị tạm: Nút MAX có giá trị tạm $= -\infty$ và nút MIN có giá trị tạm $+\infty$
- Khi tìm thấy giá trị của một nút con thì tính lại giá trị tạm của nút cha: giá trị tạm mới của nút MAX $= LN(\text{giá trị tạm cũ, giá trị nút con})$ VÀ giá trị tạm mới của nút MIN $= NN(\text{giá trị tạm cũ, giá trị của con})$

Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

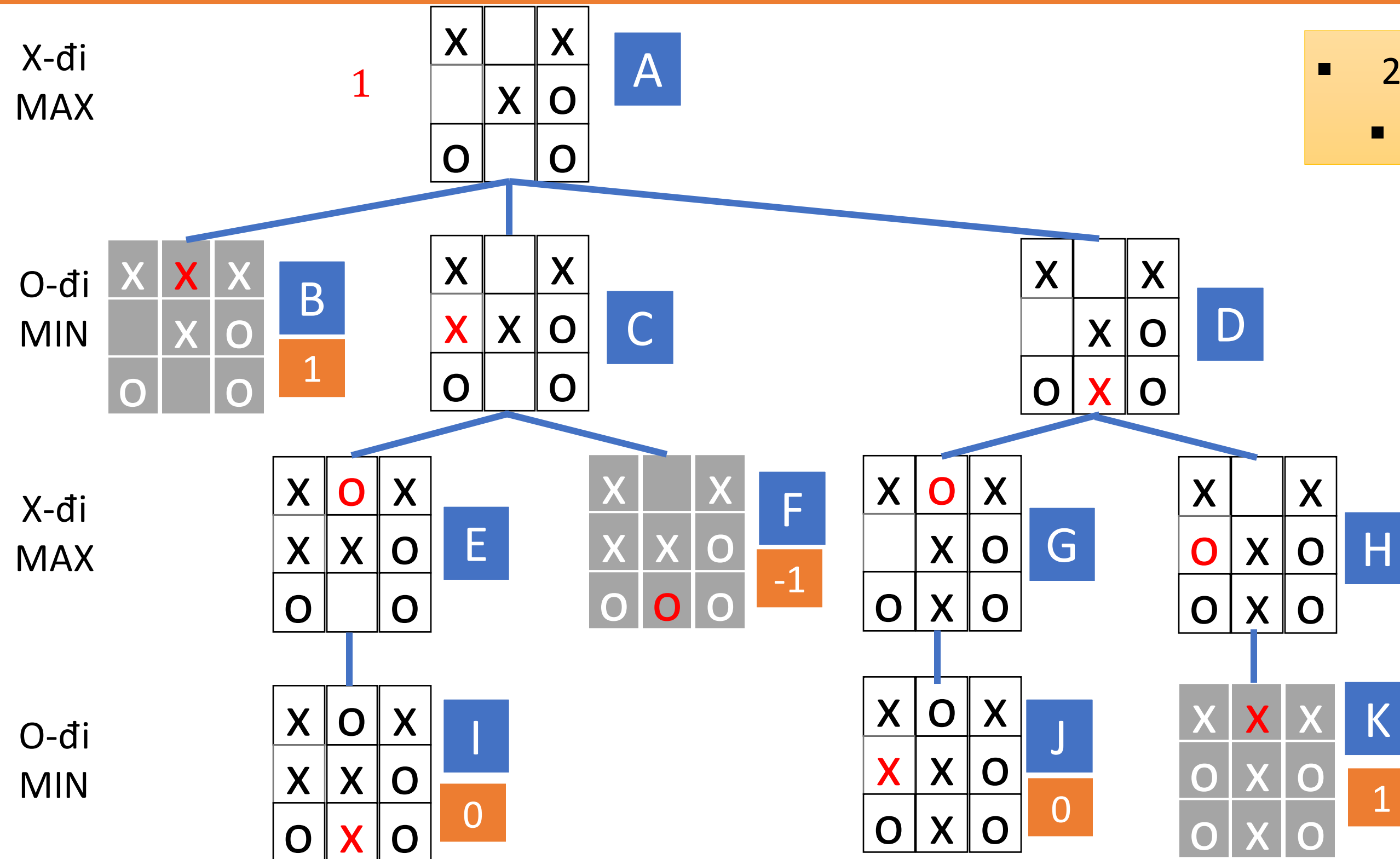
Kỹ thuật vét cạn (MIN-MAX)



- 1. Xét nút A: tạm $A = -\infty$ (vì A là MAX)

Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

Kỹ thuật vét cạn (MIN-MAX)



Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

Kỹ thuật vét cạn (MIN-MAX)

X-đi
MAX

O-đi
MIN

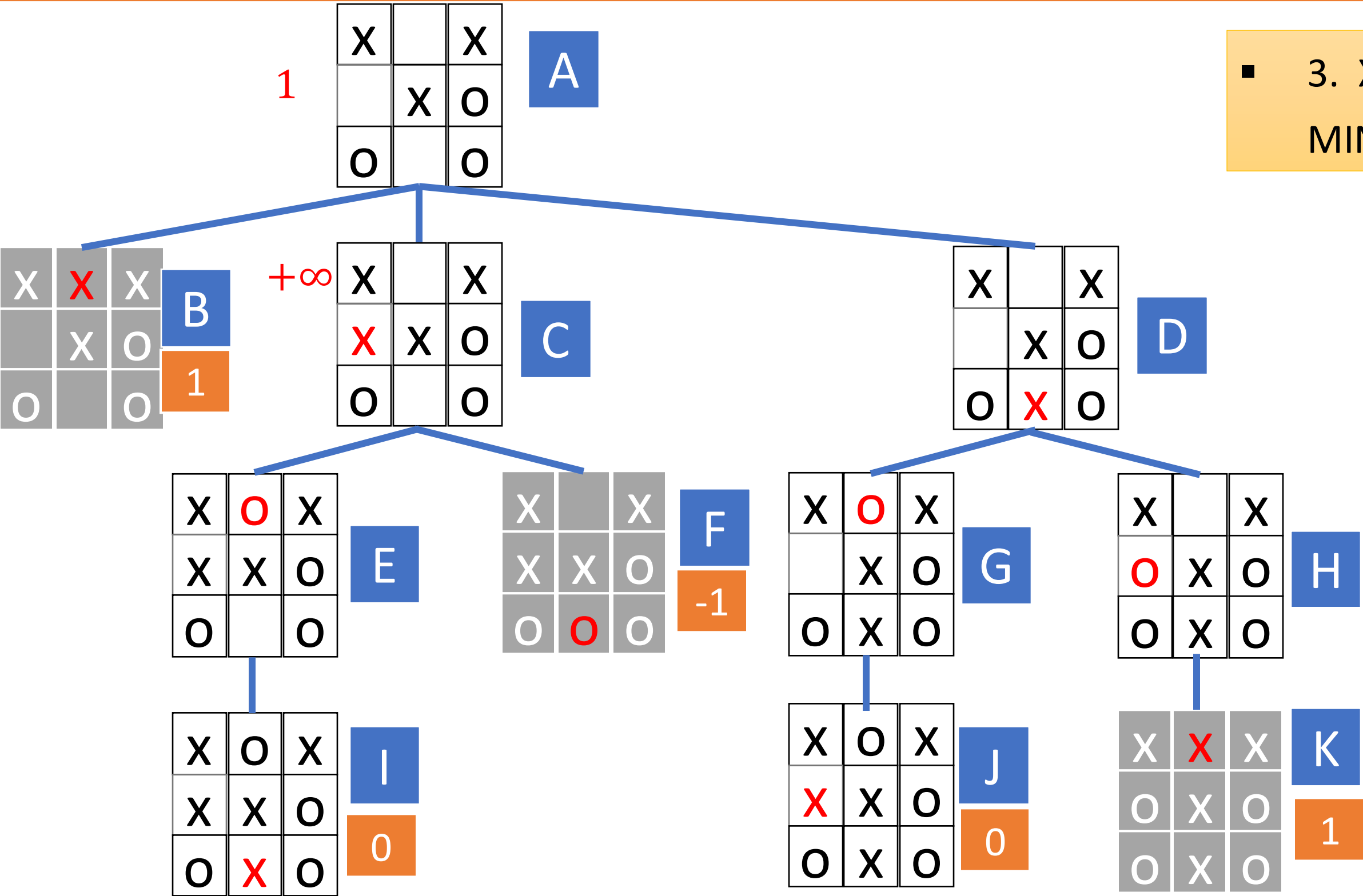
X-đi
MAX

O-đi
MIN

1

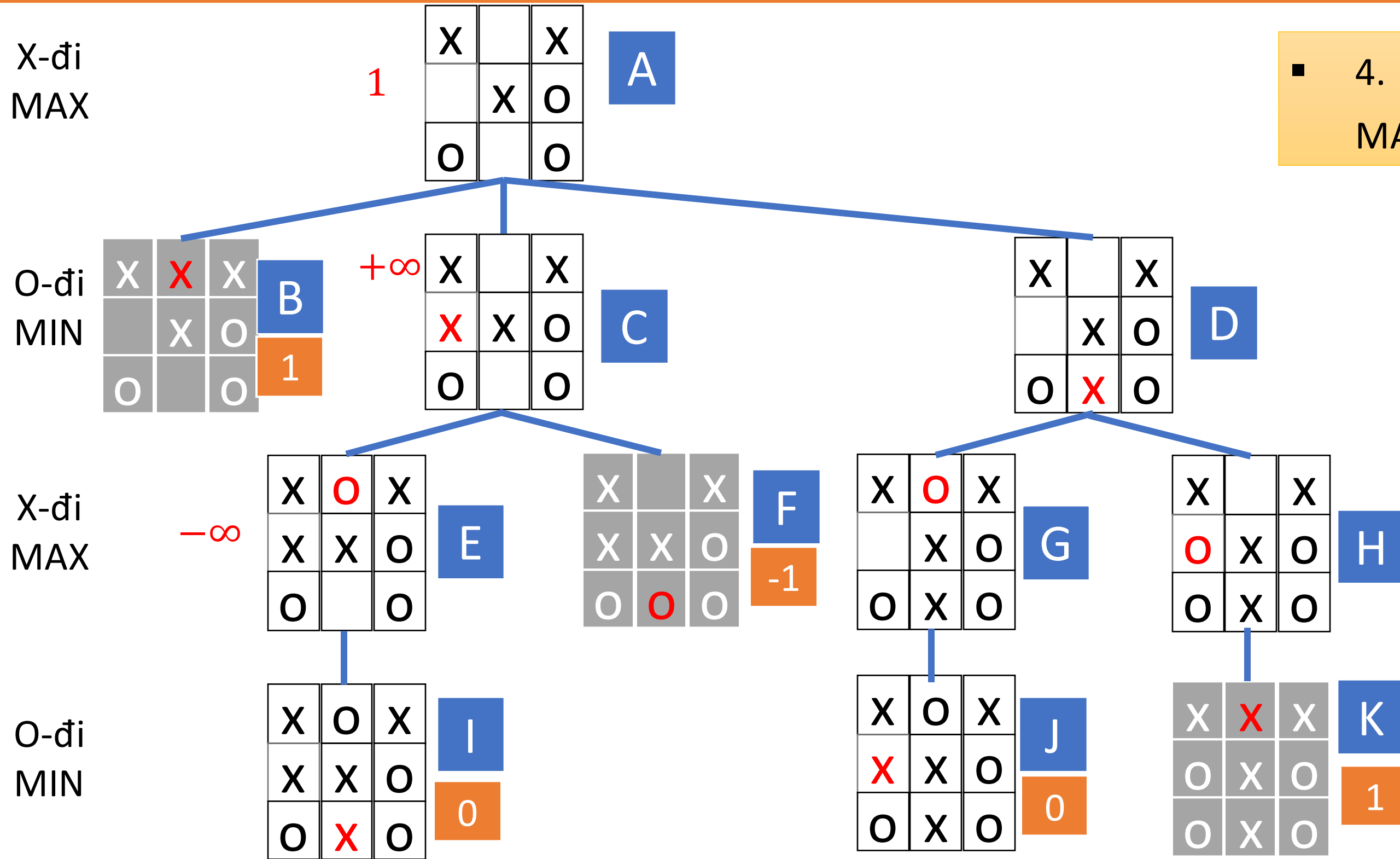
$+\infty$

- 3. Xét nút C (con A, chưa phải là lá, nút MIN): tạm $C = +\infty$



Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

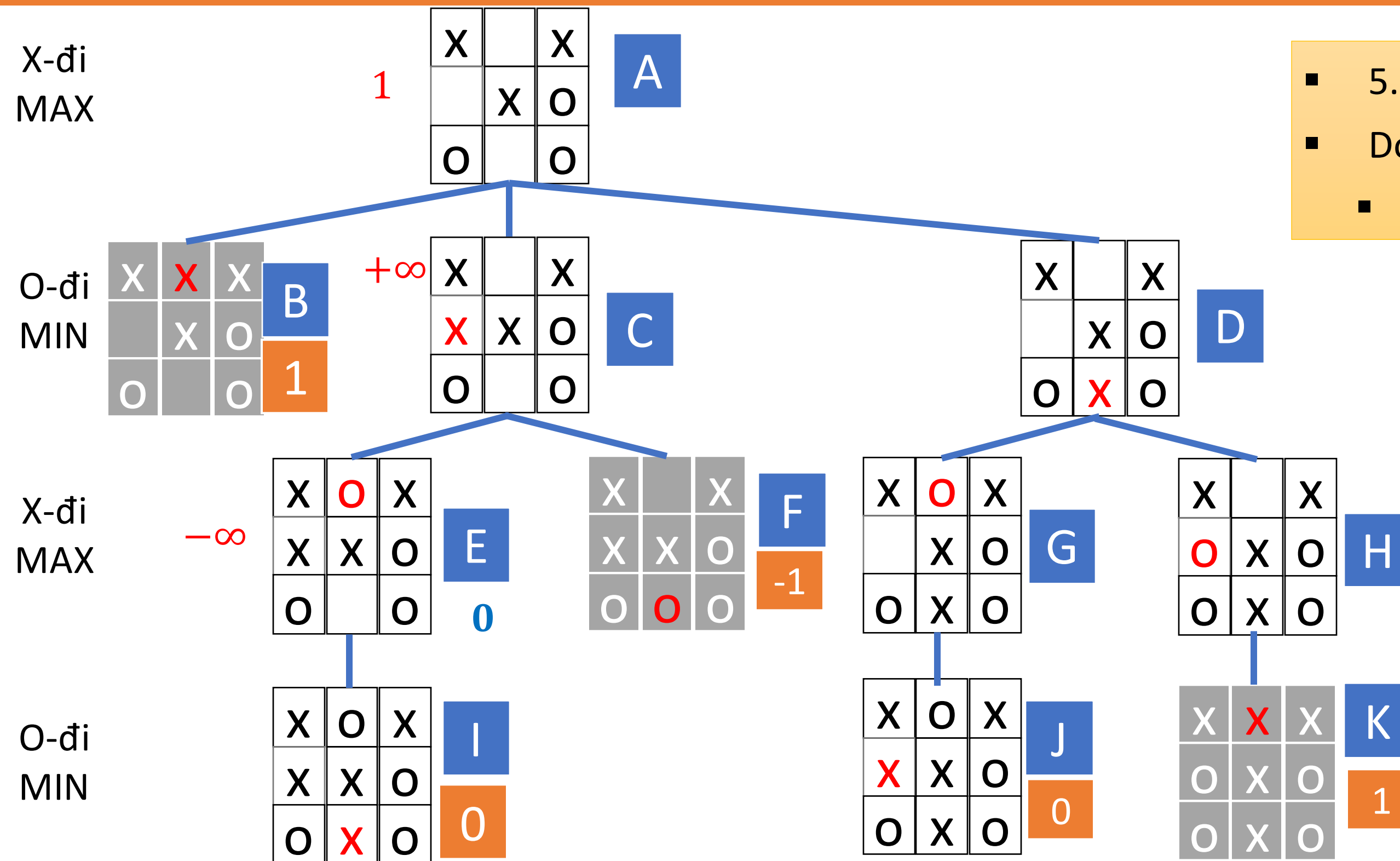
Kỹ thuật vét cạn (MIN-MAX)



- 4. Xét nút E (con C, chưa phải là lá, nút MAX): tạm $E = -\infty$

Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

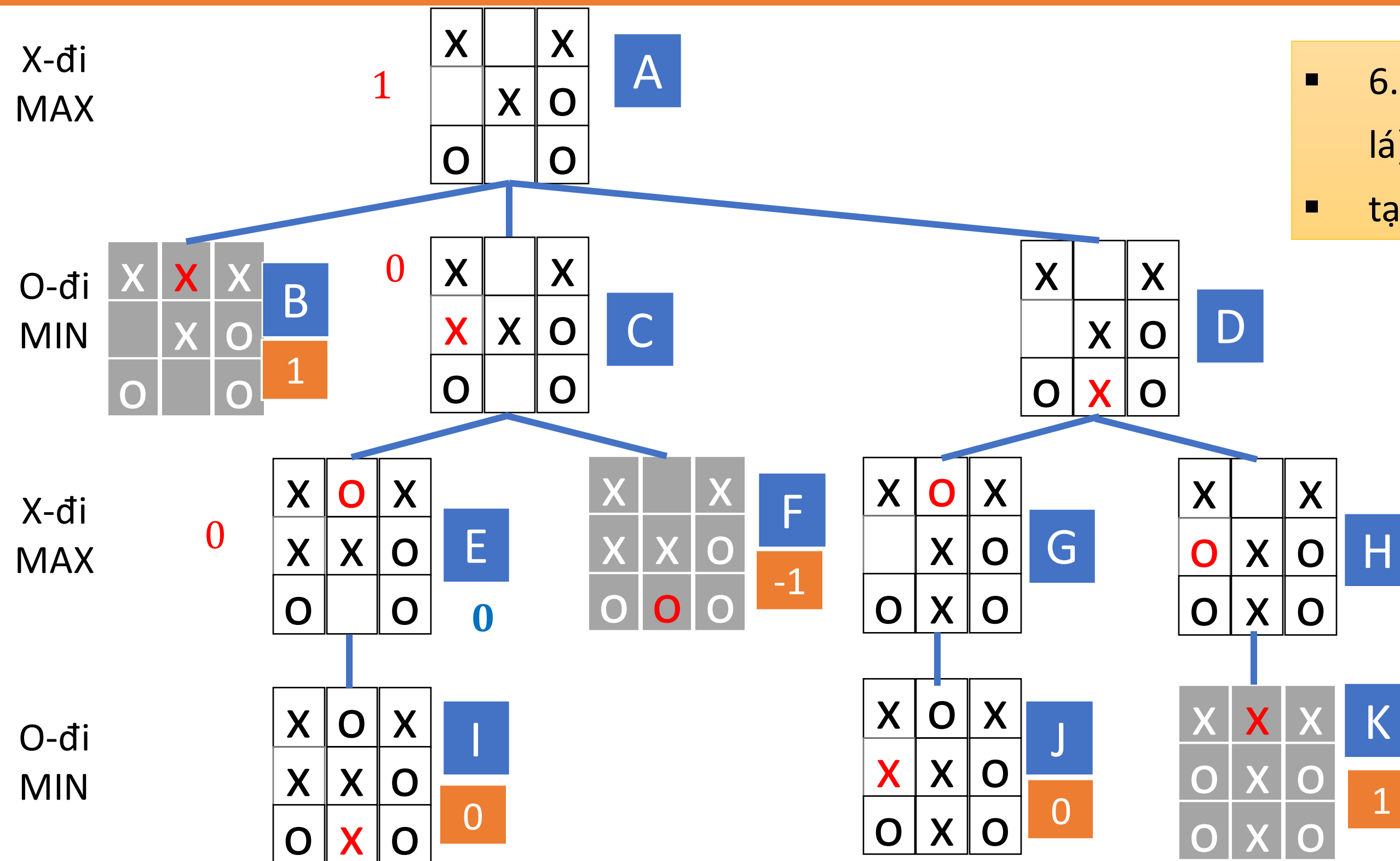
Kỹ thuật vét cạn (MIN-MAX)



- 5. Xét nút I (nút lá, con E): 0
- Do E có 1 nút con (I): xét xong
 - $valE = \max(\text{tạm E}, 0) = 0$

Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

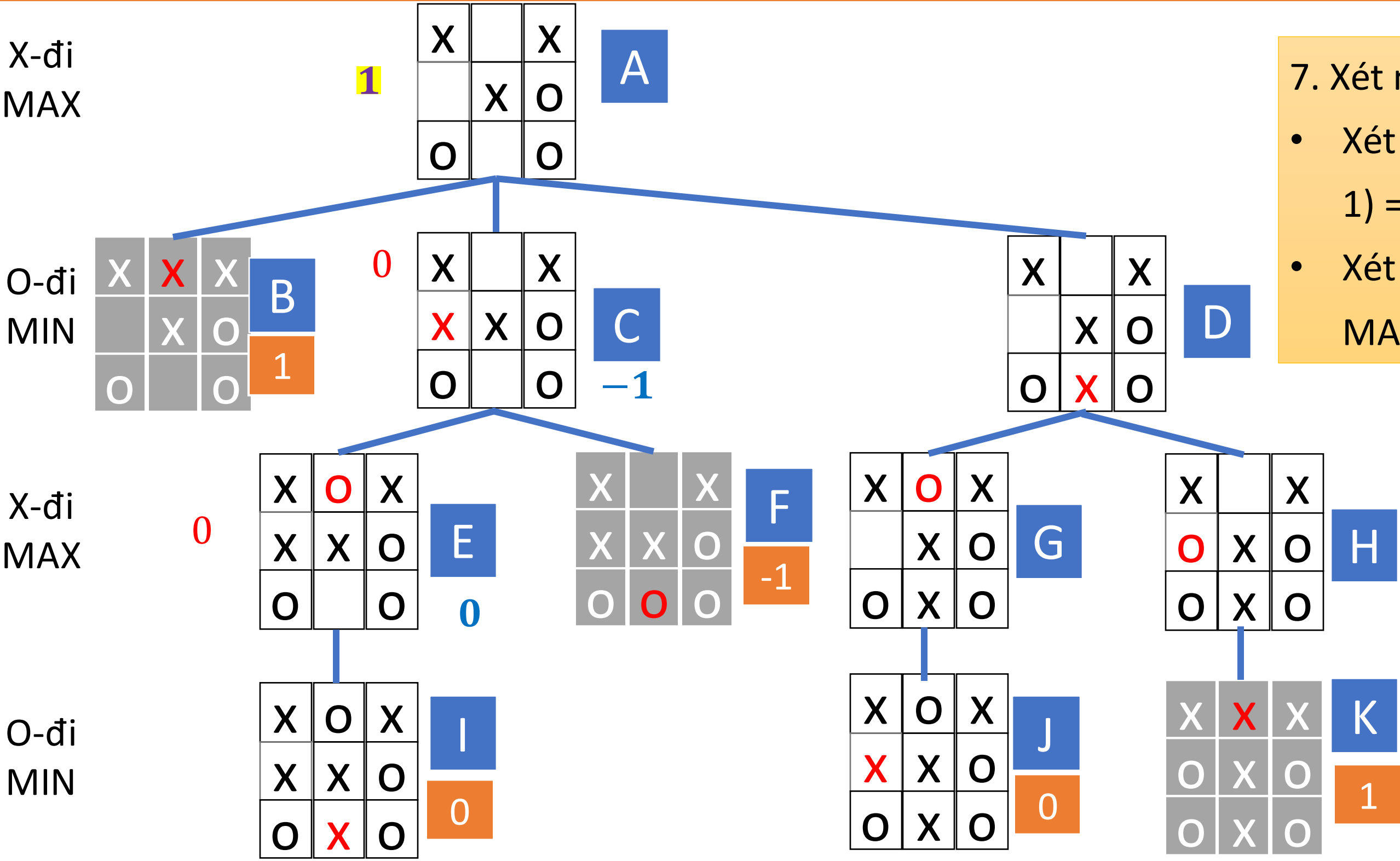
Kỹ thuật vét cạn (MIN-MAX)



- 6. Xét nút C (nút MIN, E con C, chưa là nút lá):
- tạm C = $\text{MIN}(\text{tạm C}, 0) = 0$

Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

Kỹ thuật vét cạn (MIN-MAX)



7. Xét nút F (nút lá, F con C): -1
- Xét nút cha của F=C, có giá trị = $\text{MIN}(\text{tạm C}, -1) = -1$
 - Xét nút cha của C=A, có giá trị tạm A = $\text{MAX}(\text{tạm A}, -1) = 1$

Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

Trò chơi 2 người đối kháng

X-đi
MAX

O-đi
MIN

X-đi
MAX

O-đi
MIN

1

X		X
	X	O
O		O

A

X	X	X
	X	O
O		O

B
1

-1

X		X
X	X	O
O		O

C
-1

$+\infty$

X		X
	X	O
O	X	O

D

0

X	O	X
X	X	O
O		O

E
0

X		X
X	X	O
O	O	O

F
-1

X	O	X
	X	O
O	X	O

G

X		X
O	X	O
O	X	O

H

X	O	X
X	X	O
O	X	O

I
0

X	O	X
X	X	O
O	X	O

J
0

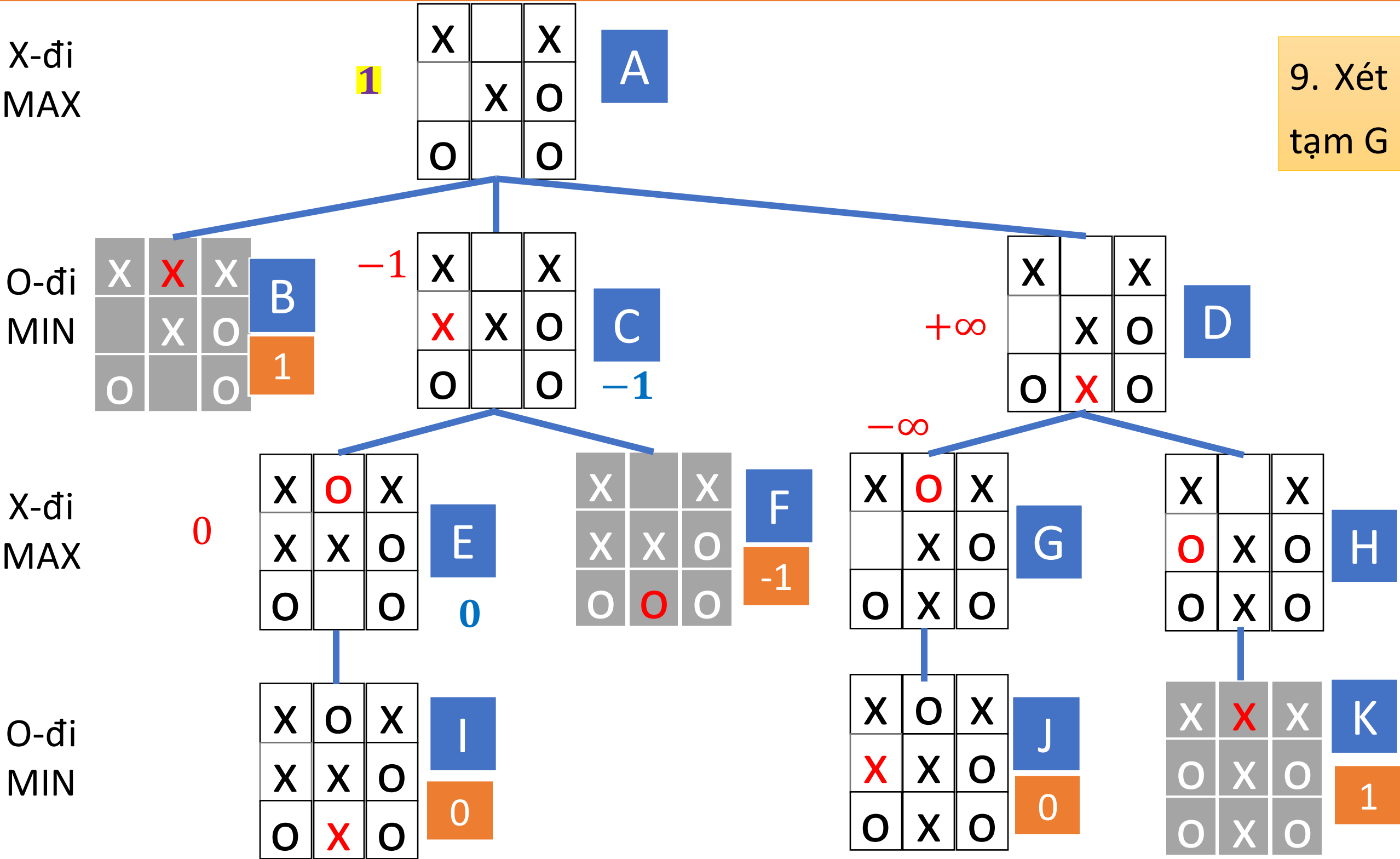
X	X	X
O	X	O
O	X	O

K
1

8. Xét nút D (con A, chưa là nút lá, nút MIN):
tạm D = $+\infty$

Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

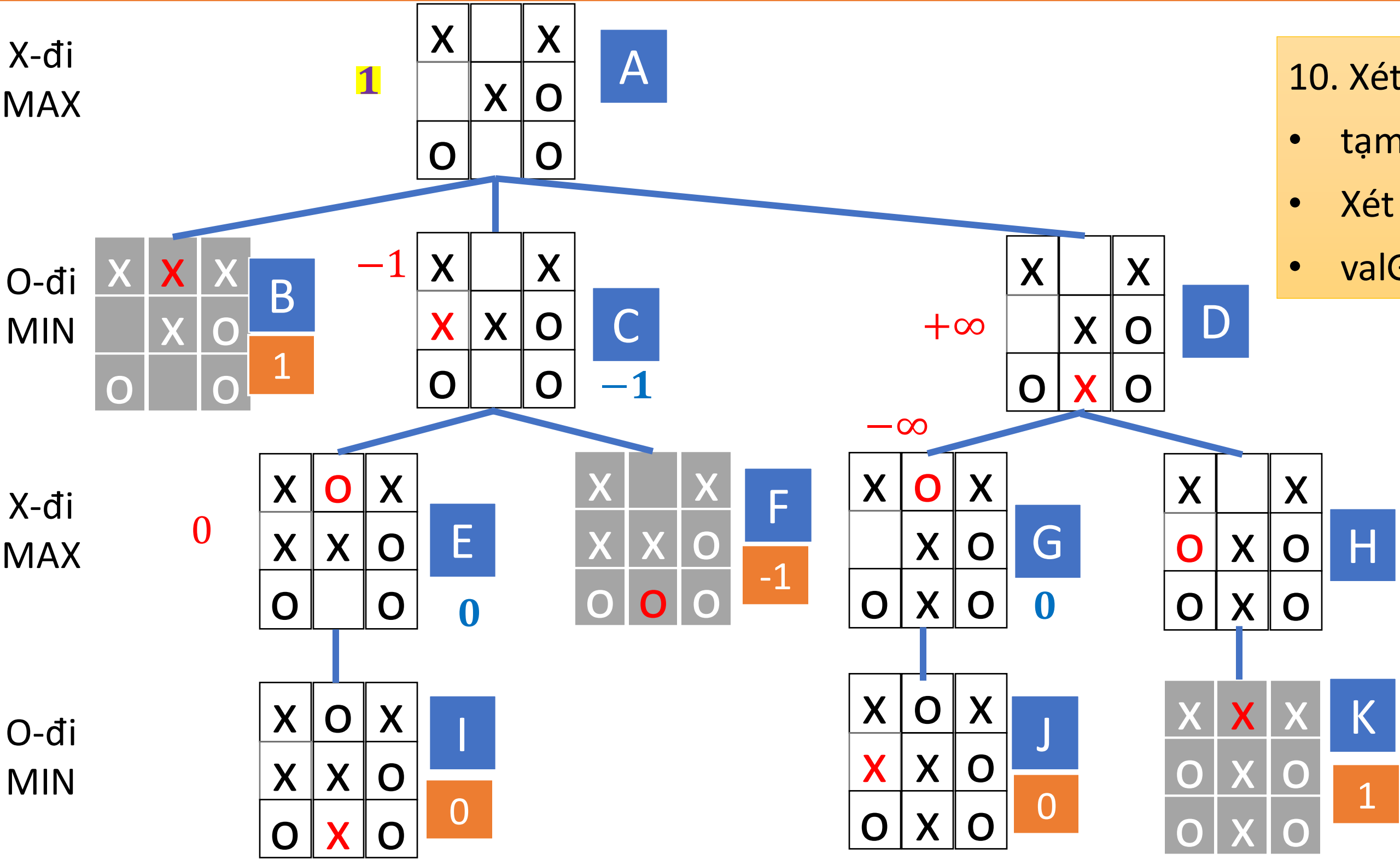
Kỹ thuật vét cạn (MIN-MAX)



9. Xét nút G (con D, chưa là nút lá, nút MAX):
tạm G = -∞

Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

Kỹ thuật vét cạn (MIN-MAX)

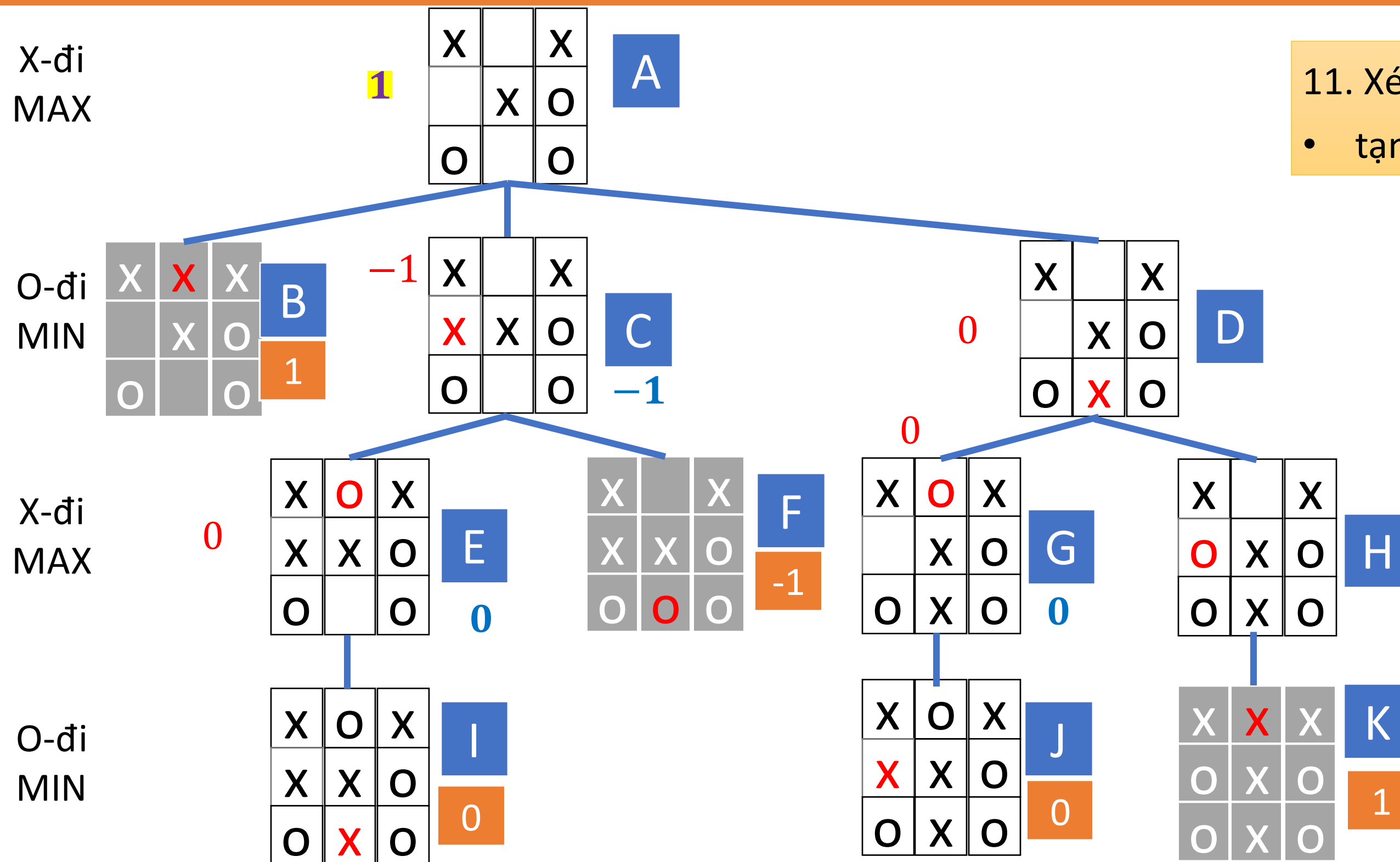


10. Xét nút J (con G, nút lá): 0

- $\text{tạmG} = \text{MAX}(\text{tạm G}, 0) = 0$
- Xét nút G cha J: xét xong (hết con)
- $\text{valG} = \text{tạm G}$

Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

Kỹ thuật vét cạn (MIN-MAX)

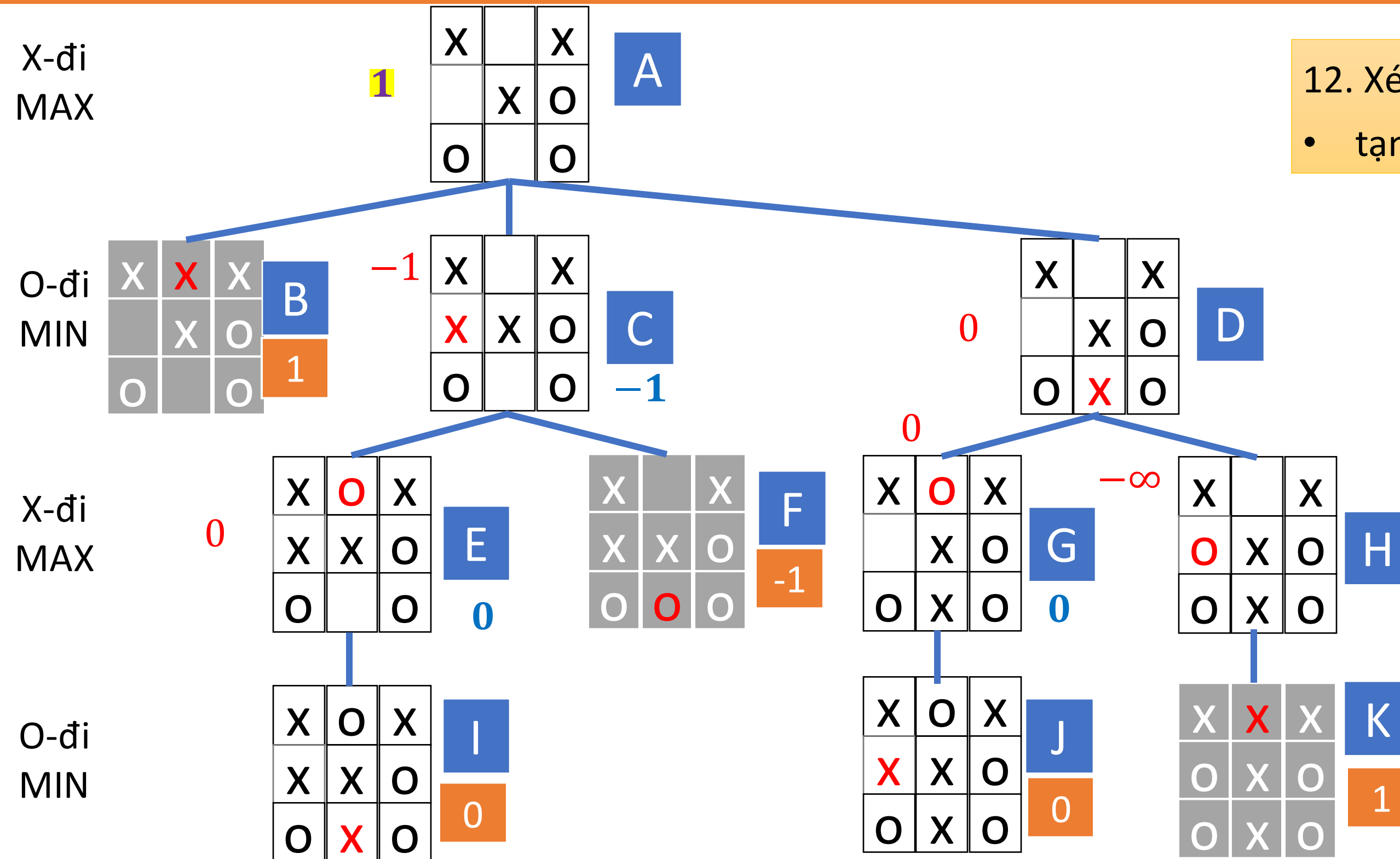


11. Xét nút D (chưa là nút lá, nút MIN):

- tạmD=MIN(tạm D, 0) = 0

Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

Kỹ thuật vét cạn (MIN-MAX)

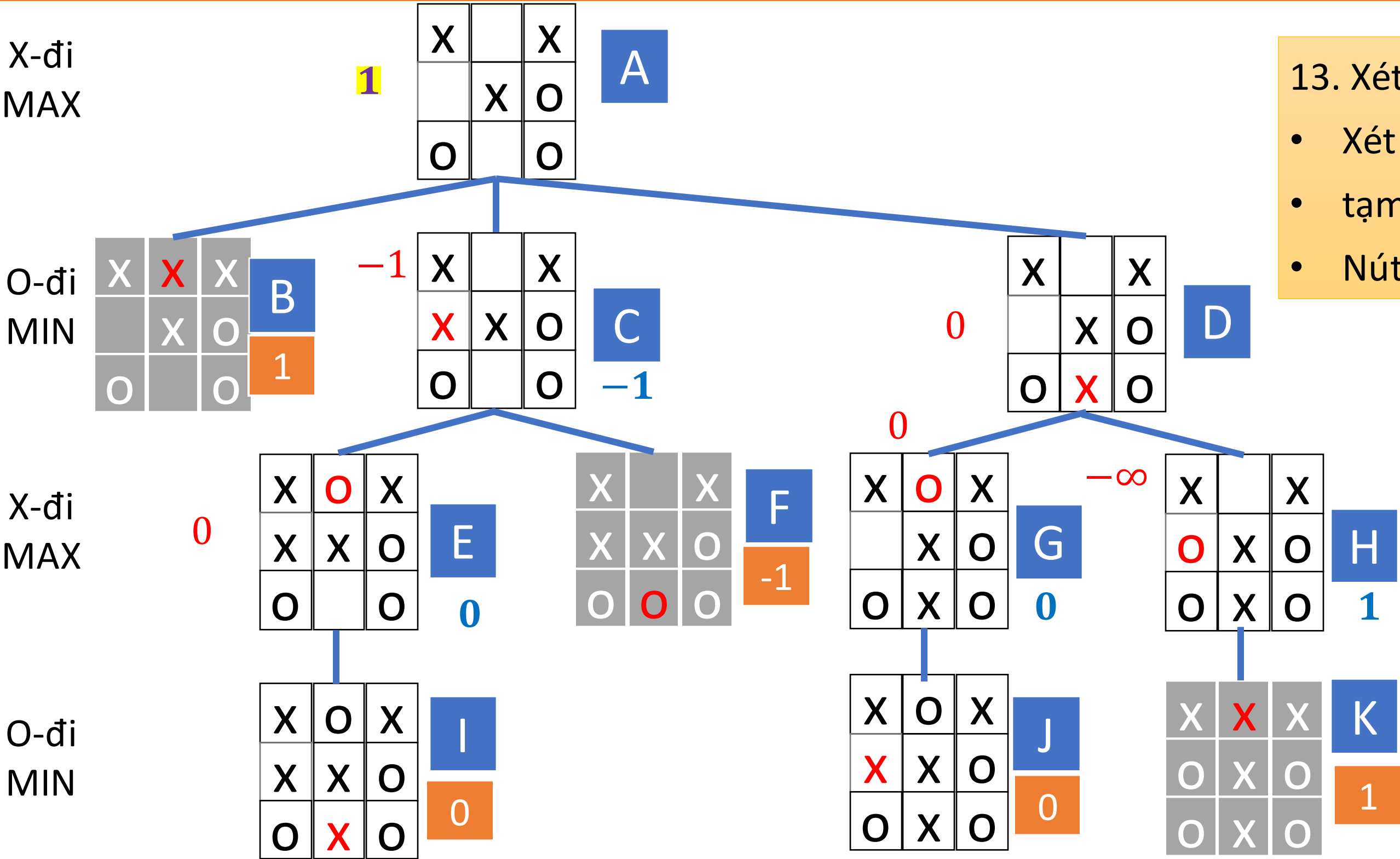


12. Xét nút H (chưa là nút lá, nút MAX):

- tạmH=-∞

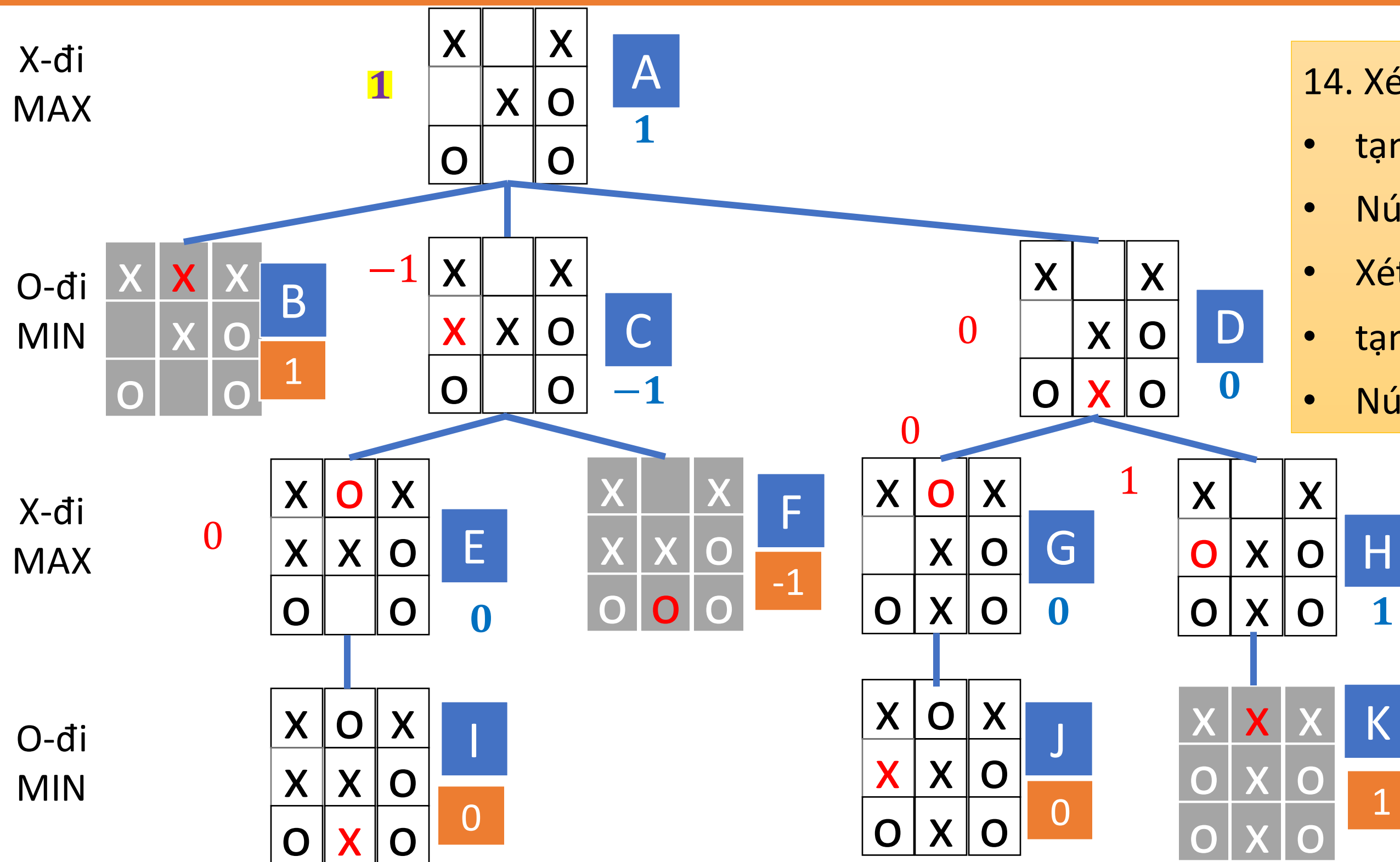
Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

Kỹ thuật vét cạn (MIN-MAX)



Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

Kỹ thuật vét cạn (MIN-MAX)

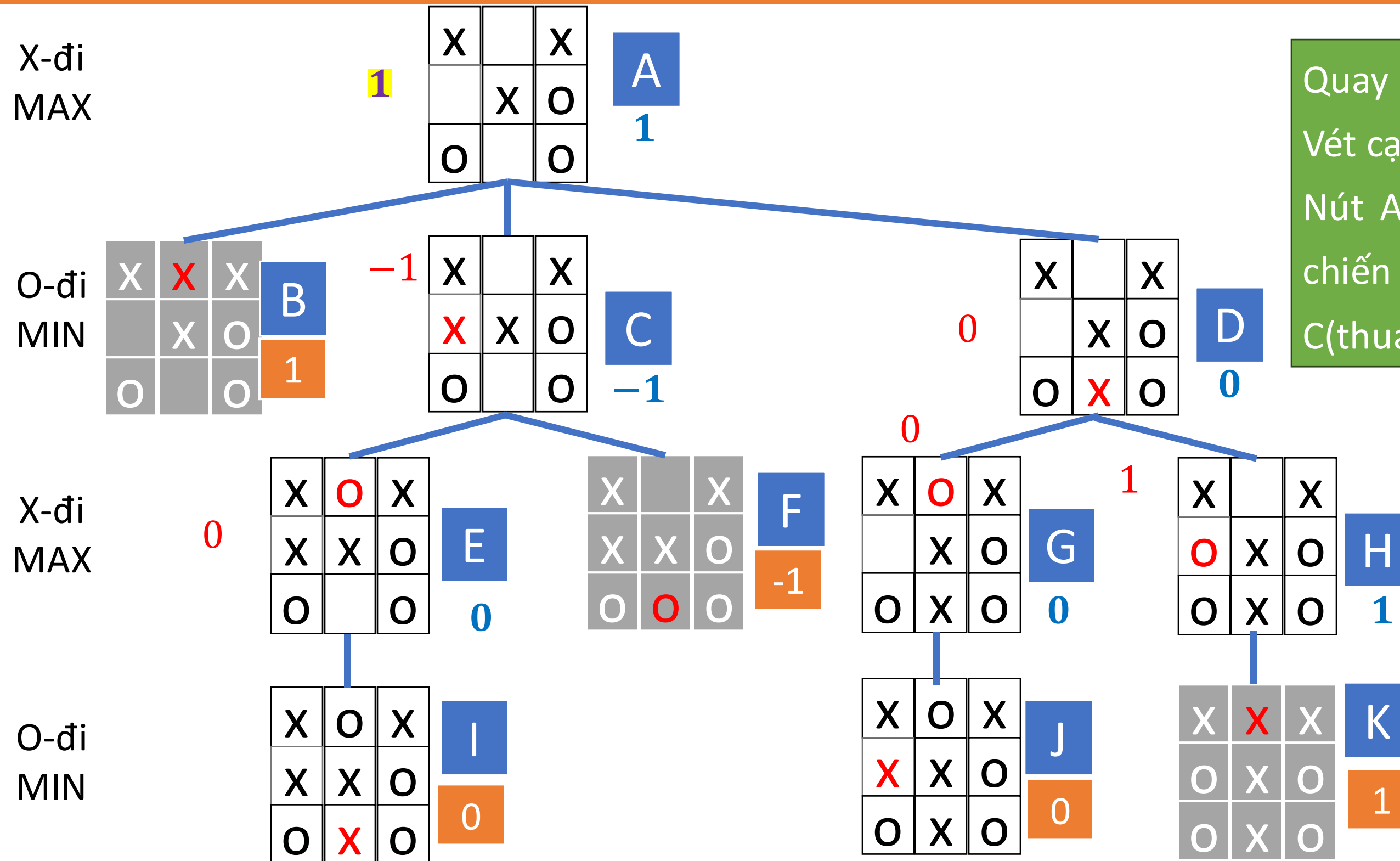


14. Xét nút D (chưa là nút lá, nút MIN):

- tạm D = $\text{MIN}(\text{tạm D}, 1) = 0$
- Nút D hết con: val D = tạm D = 0
- Xét nút A (chưa là lá, nút MAX):
- tạm A = $\text{MAX}(\text{tạm A}, 1) = 1$
- Nút A hết con: val A = tạm A

Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

Kỹ thuật vét cạn (MIN-MAX)



Quay lui: Xét nút lá → xét nút cha

Vét cạn: Xét hết tất cả các nút

Nút A ban đầu có giá trị là 1 (hướng đi để X chiến thắng). Đường đi theo B (thắng), D(hòa), C(thua)

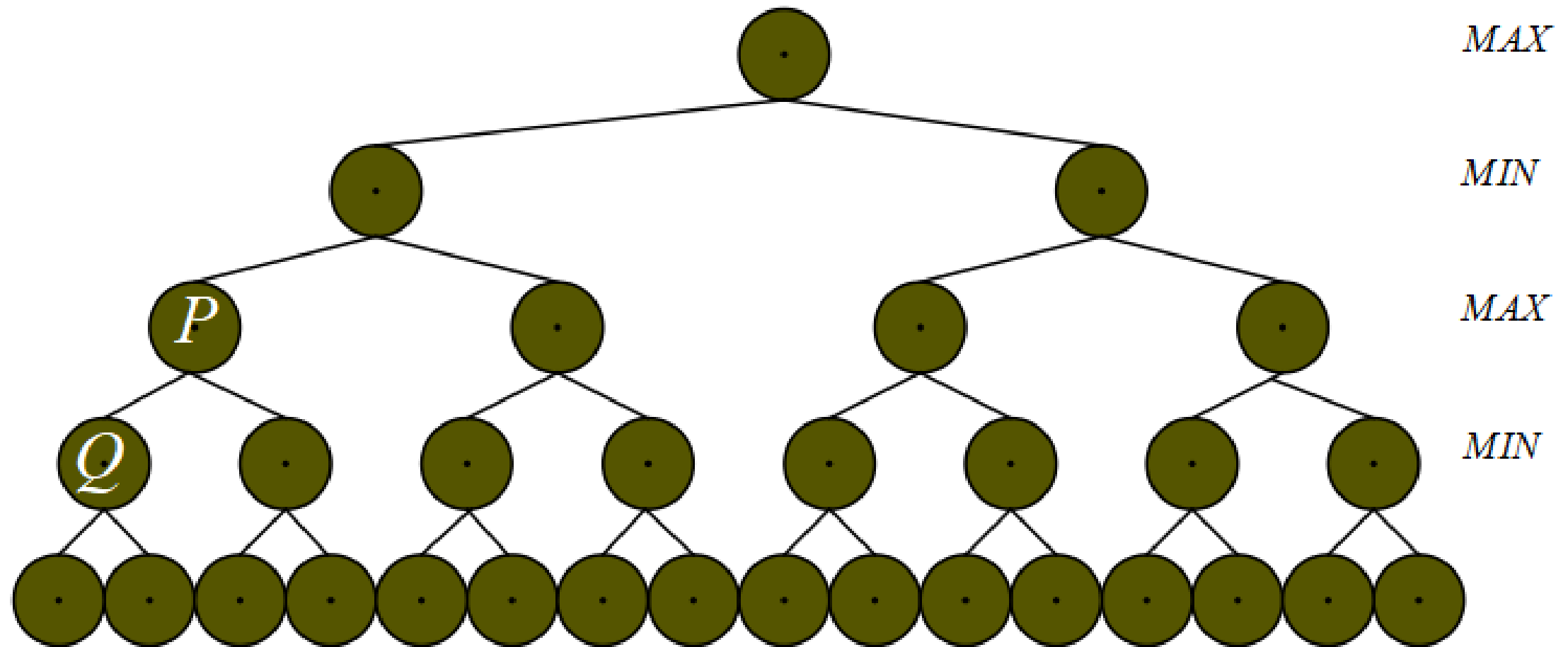
Từ kết quả này ta nhận thấy việc xét tất cả các nút là không cần thiết.

Có cách nào để hạn chế các nút/nhánh

Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

Xém tỉa $\alpha - \beta$ (Alpha – Beta pruning)

- P là nút đang xét và đã có 1 số nút con đã xét và một số con chưa xét.
- Q là nút đang xét ($Q \subset P$)
- Gọi V_P , V_Q : giá trị tạm P, Q
- Nếu P là MAX thì Q là MIN (MIN – MAX đan xen nhau)



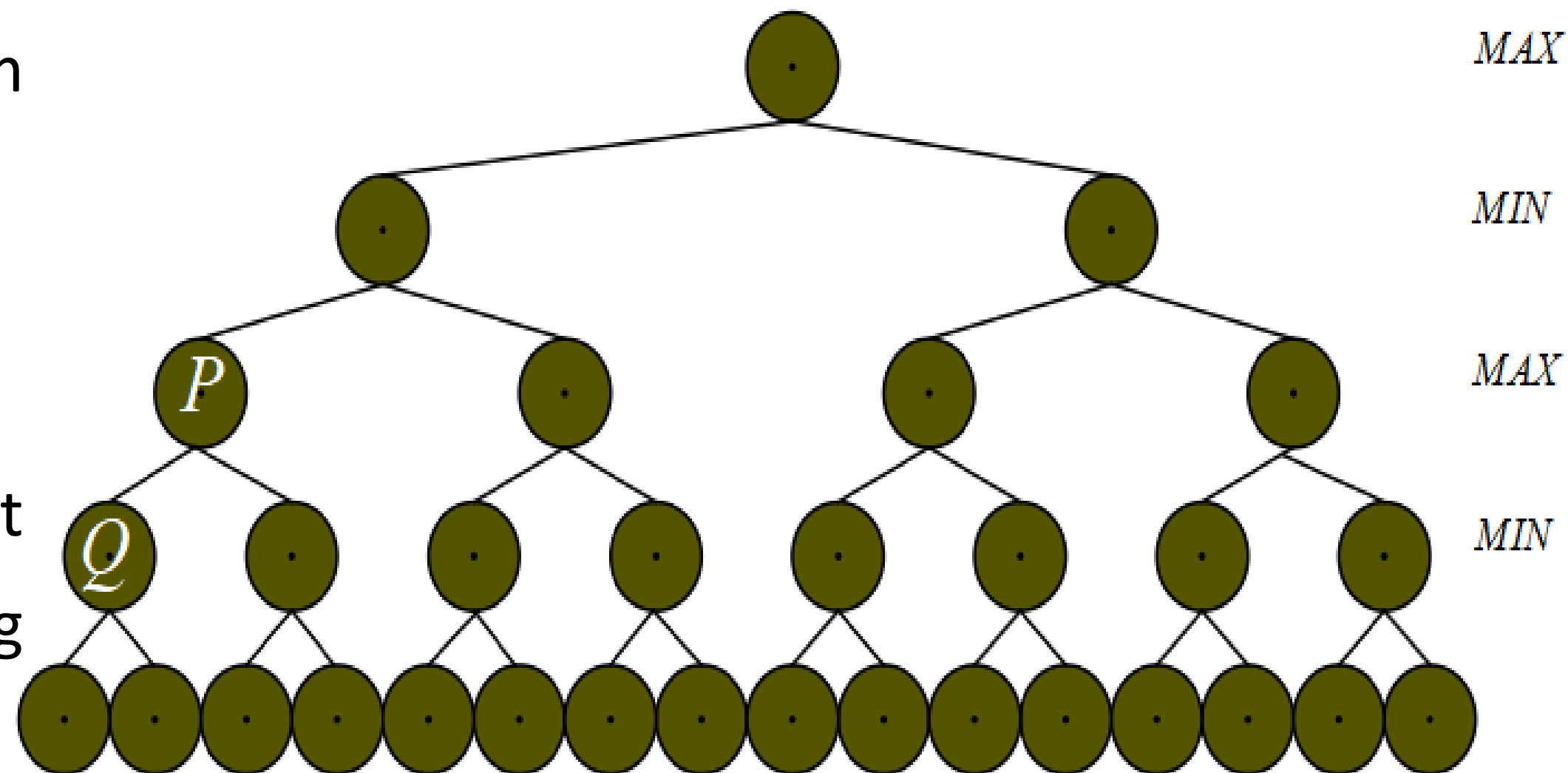
- Nếu $V_P \geq V_Q$: cắt tỉa các con chưa xét của Q (cắt tỉa α)
- Nếu P là nút MIN thì Q sẽ là nút MAX: $V_P \leq V_Q$: cắt tỉa các con chưa xét của Q (cắt tỉa β)

Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

Xém tĩa $\alpha - \beta$ (Alpha – Beta pruning)

- Nếu $VP \geq VQ$: cắt tĩa các con chưa xét của Q (cắt tĩa α) – vì sao?

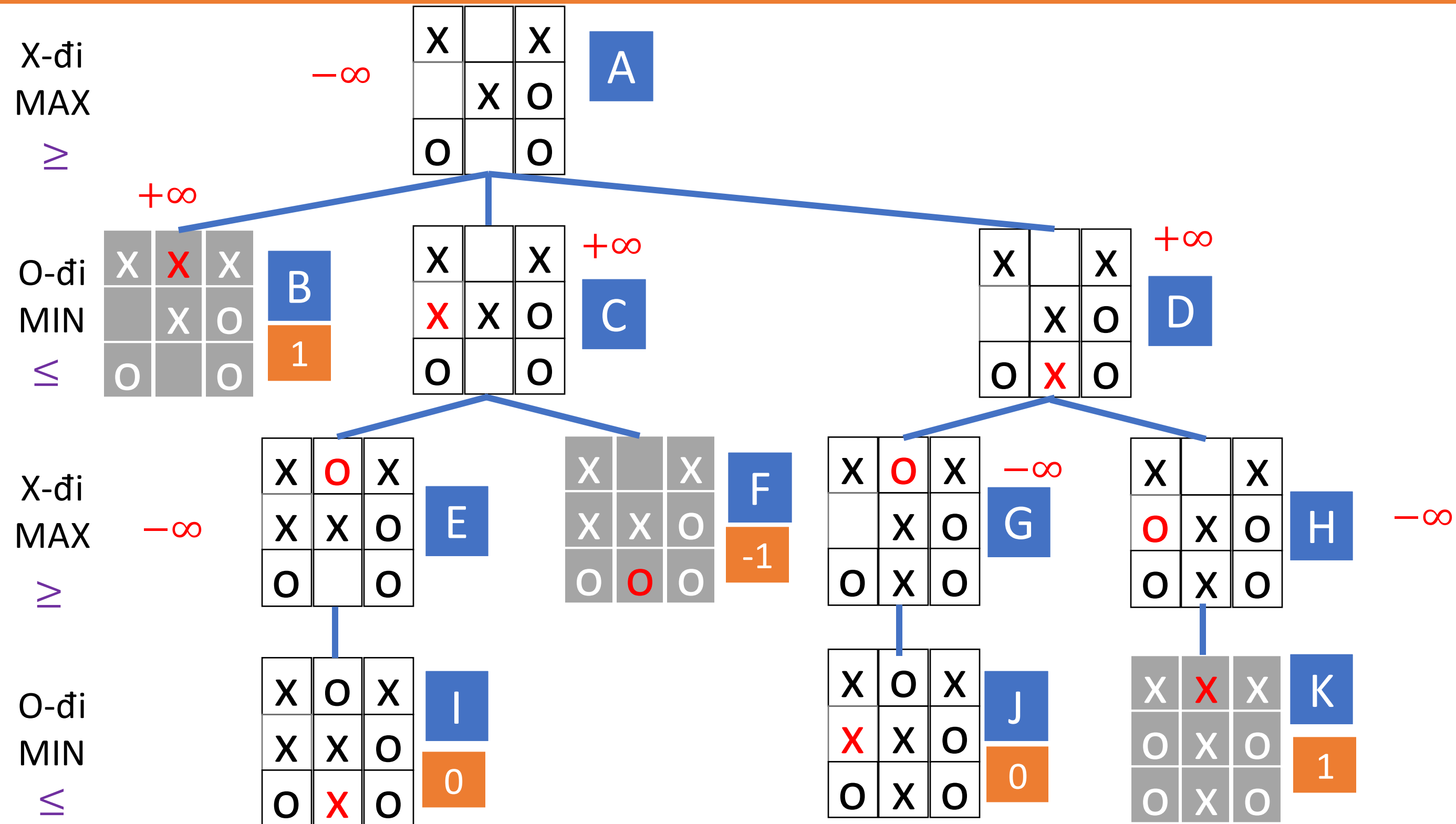
- Nếu xét hết tất cả các con của Q, ta sẽ tìm được giá trị của Q là V
- Vì Q là nút MIN: $V \leq V_{Qi} \leq VP$ (*)
- Vì P là nút $MAX(V_P, V)$
- Từ (*) ta nhận thấy có xét tất cả các nút con của Q cũng không làm ảnh hưởng đến giá trị của nút P



- Nếu tất cả các nút con của Q đã xét hoặc bị cắt thì giá trị tạm của Q (V_Q) sẽ là giá trị của nút Q

Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

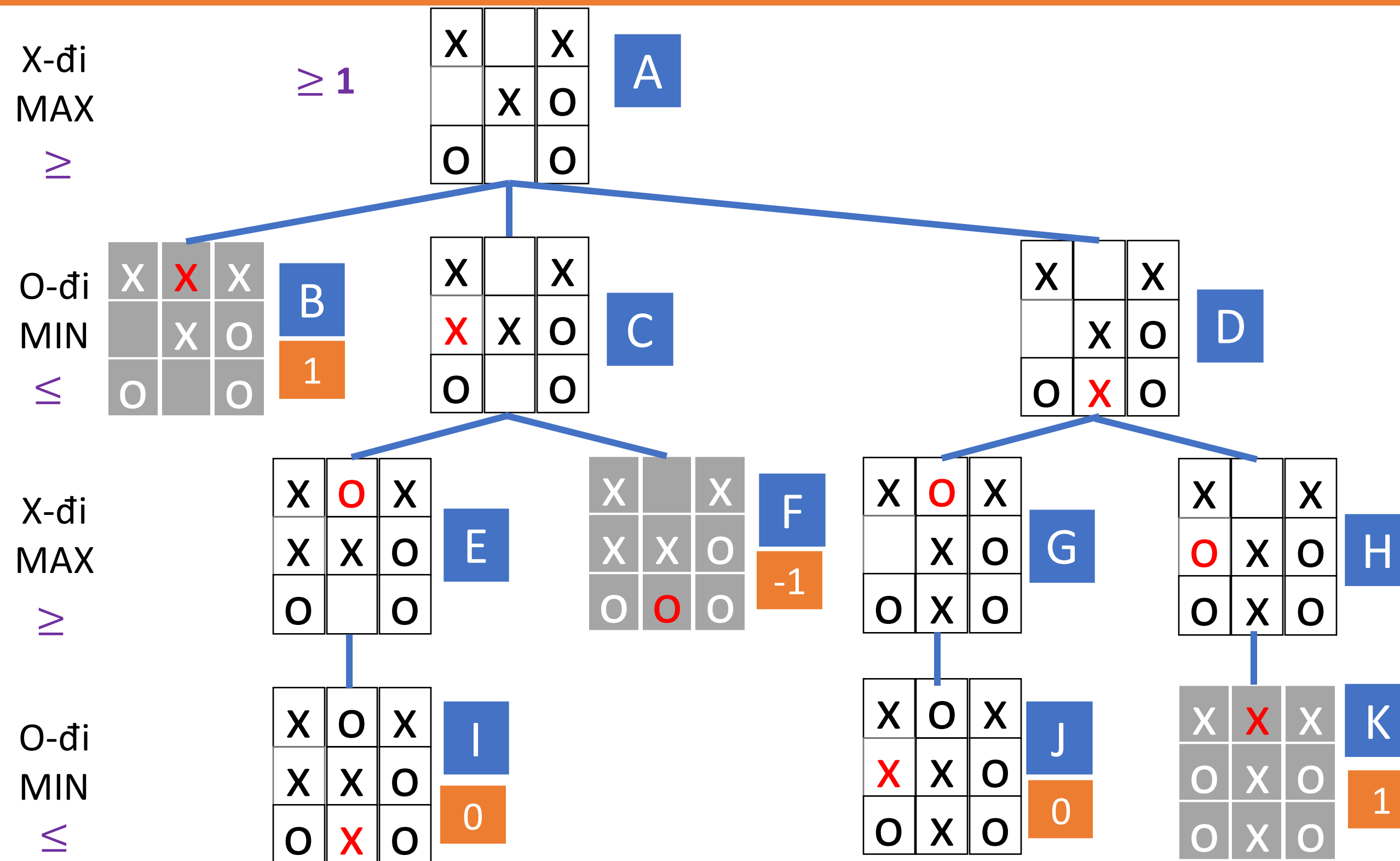
Xém tĩa $\alpha - \beta$ (Alpha – Beta pruning)



■ Ghi chú: MAX \geq và MIN \leq

Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

Xém tĩa $\alpha - \beta$ (Alpha – Beta pruning)

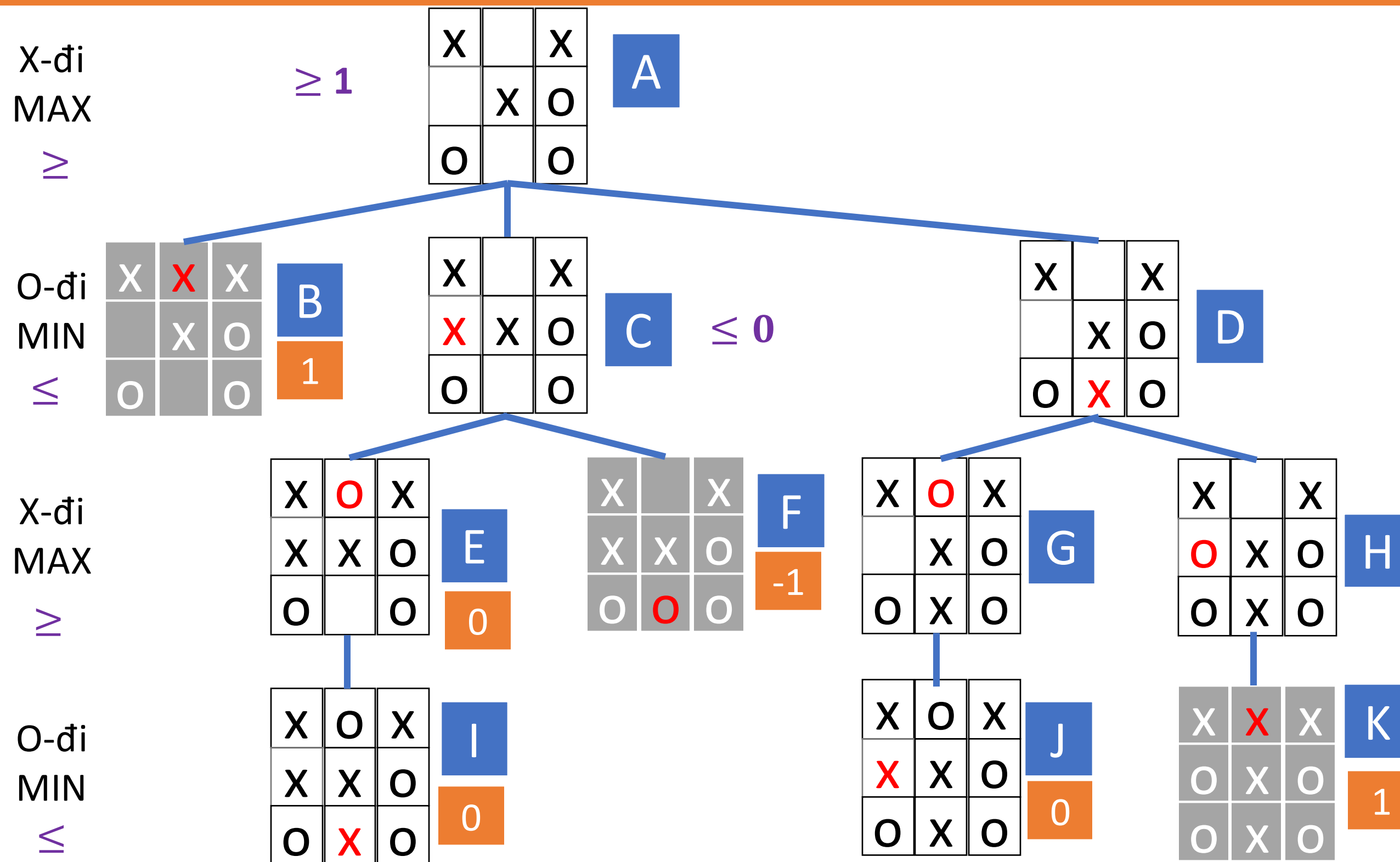


- Xét nút A có nút con B là nút lá = 1 nên tạm A ≥ 1

- Ghi chú: MAX \geq và MIN \leq

Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

Xém tĩa $\alpha - \beta$ (Alpha – Beta pruning)

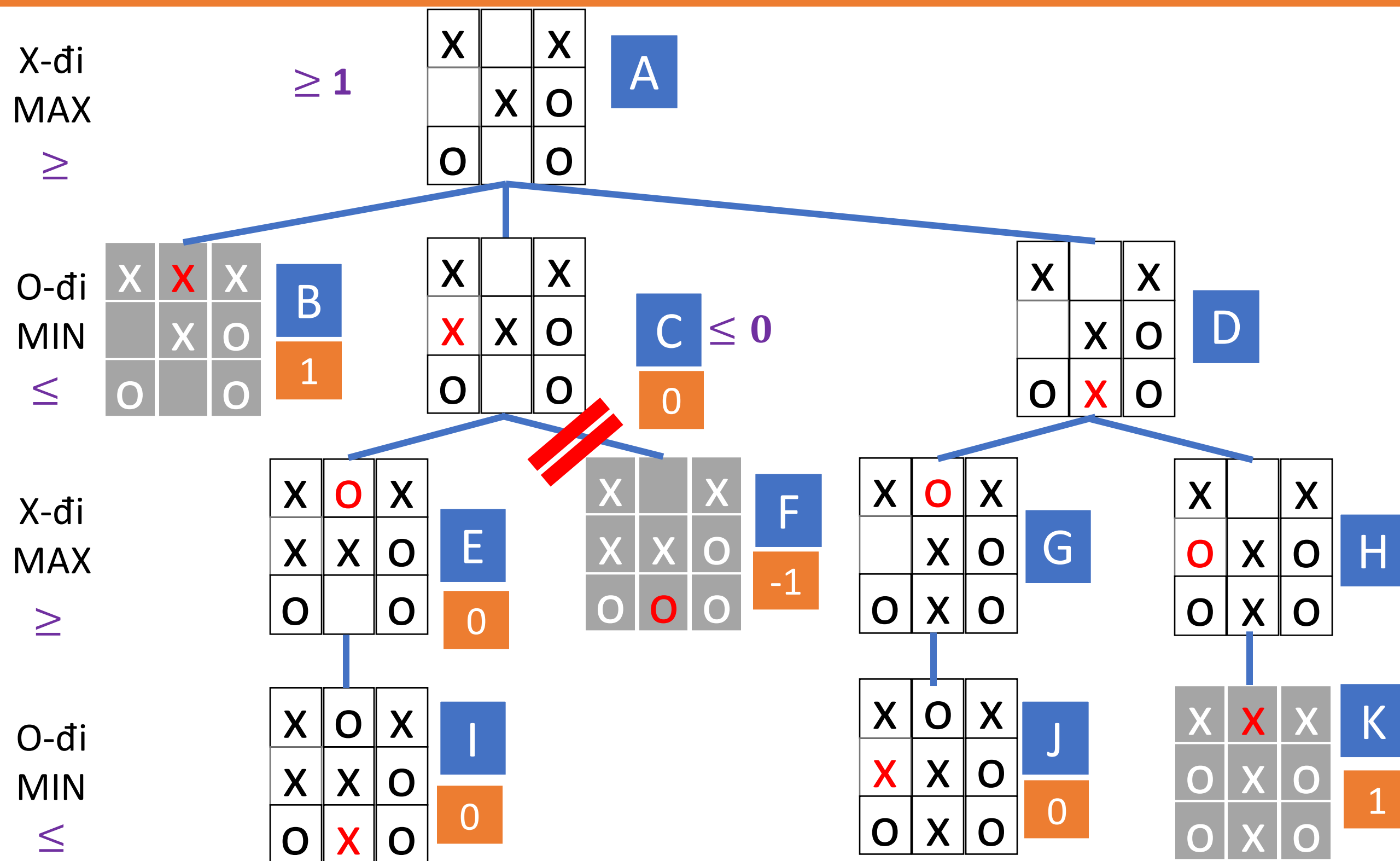


- Xét nút C có nút con E chưa là nút lá = 1 nên
- Xét nút I là con E có giá trị là 0 nên $valE \geq 0$
- Nên tạm $C \leq 0$

▪ Ghi chú: MAX \geq và MIN \leq

Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

Xém tỉa $\alpha - \beta$ (Alpha – Beta pruning)

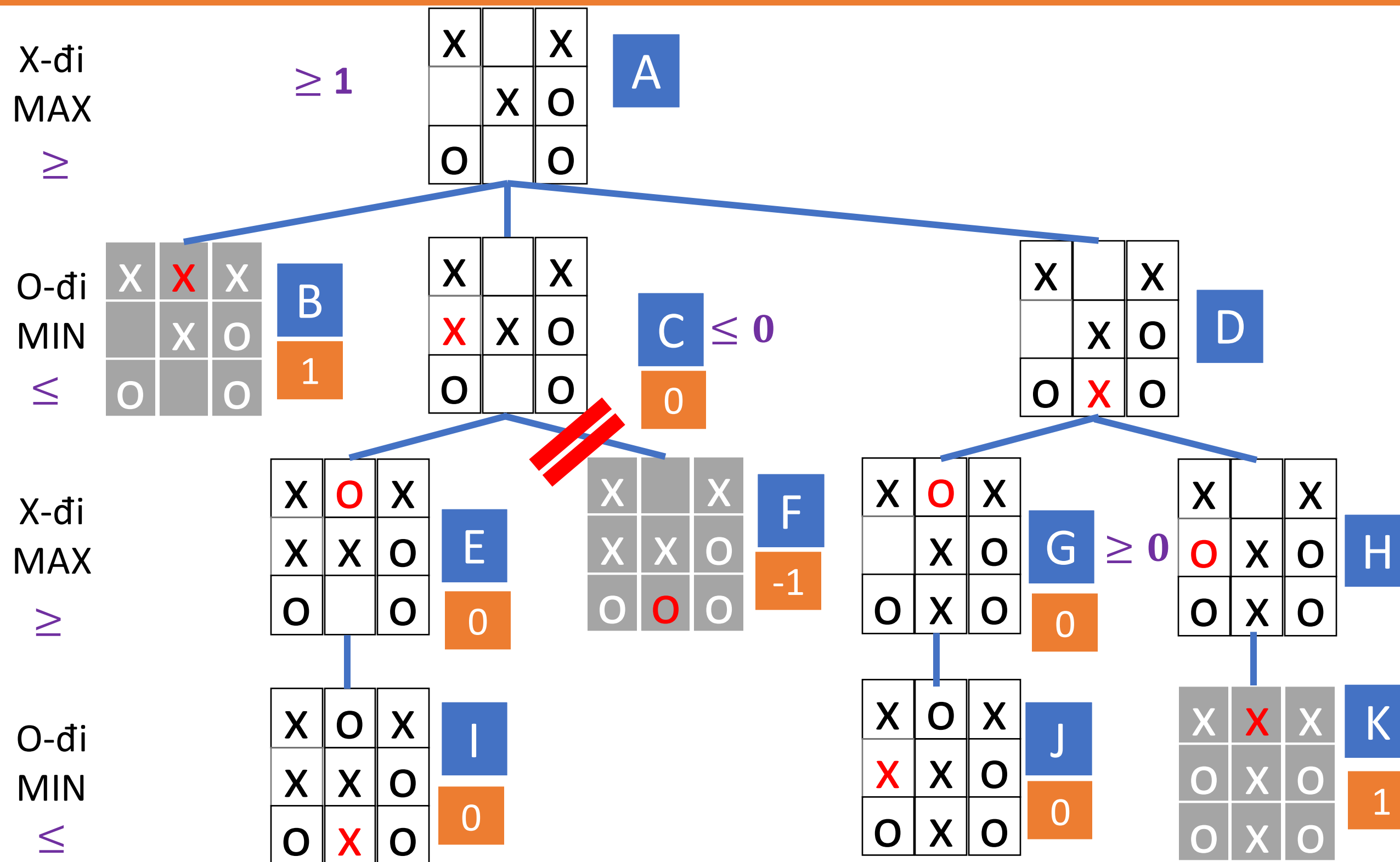


- A là nút MAX (≥ 1), C là MIN (≤ 0). Một số $X \leq 0$ và $X \geq 1$ thì không tồn tại X
- Nên nút còn lại của C (nút F) không cần xét
- Xén tỉa alpha
- Nút C sẽ nhận giá trị $valC=0$

▪ Ghi chú: MAX \geq và MIN \leq

Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

Xém tĩa $\alpha - \beta$ (Alpha – Beta pruning)

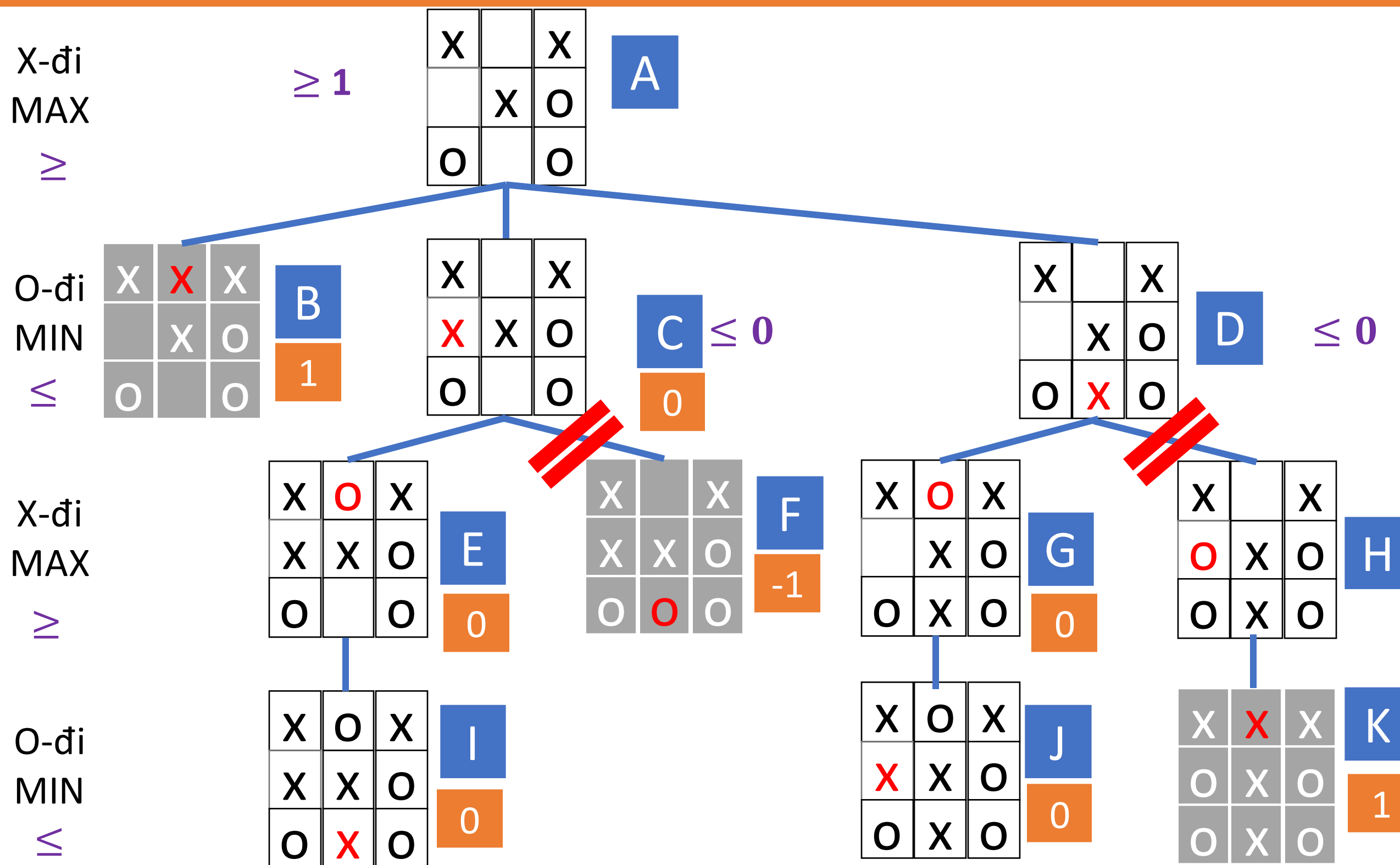


- Xét nút D có 2 con G và H chưa có giá trị nên
- Xét nút G, có con là nút J có giá trị là 0 nên tạm $G \geq 0$
- Vì nút G có 1 con đã xét nên $valG=0$

▪ Ghi chú: MAX \geq và MIN \leq

Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

Xém tử $\alpha - \beta$ (Alpha – Beta pruning)

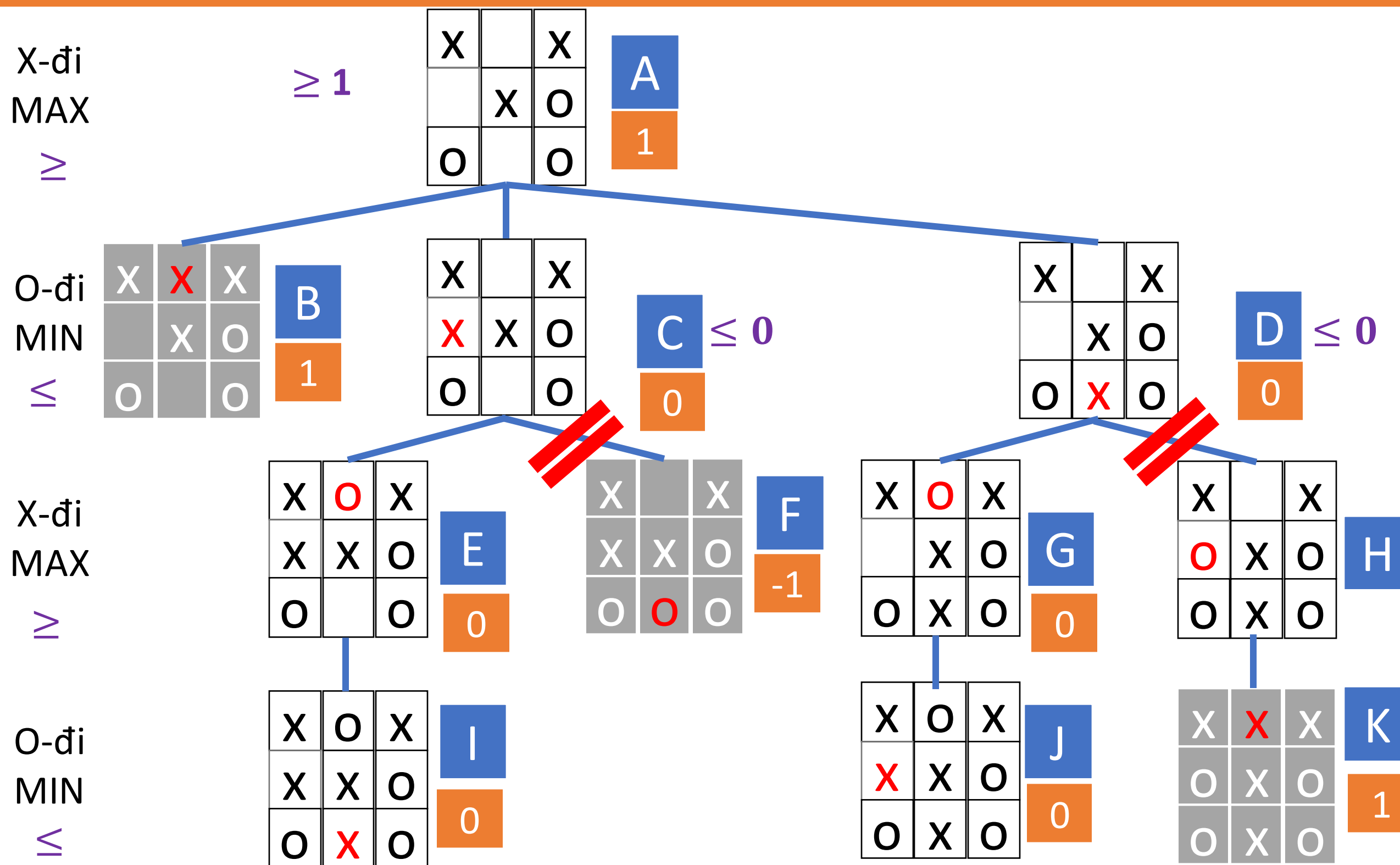


- D là nút MIN có tạm $D \leq 0$
- Nút A là nút MAX ≥ 1
- D là nút MIN ≤ 0
- $X \leq 0$ và $X \geq 1$ thì $\nexists X$
- Cắt tỉa nhánh con của D là H

▪ Ghi chú: MAX \geq và MIN \leq

Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

Xém tĩa $\alpha - \beta$ (Alpha – Beta pruning)



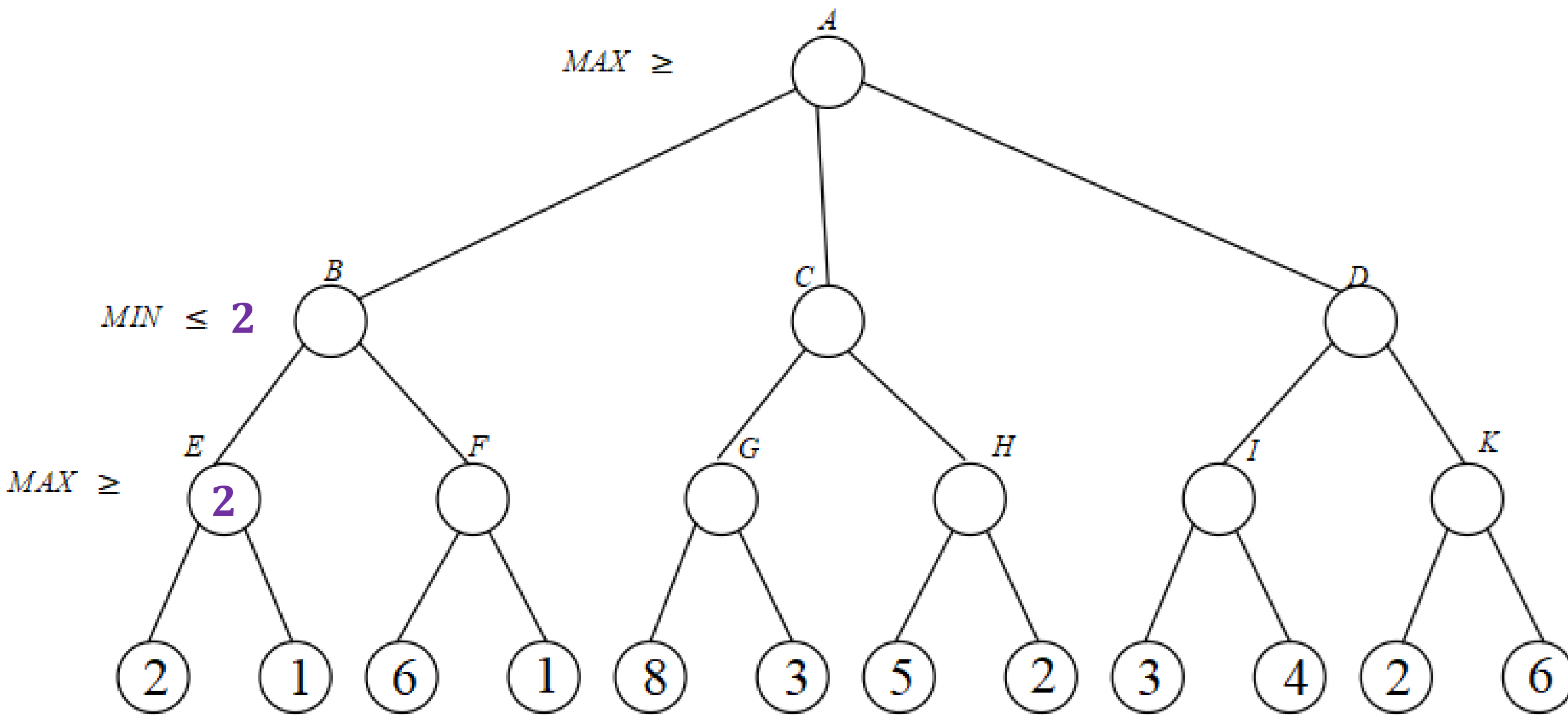
- Nút D có các nhánh đã xét nên $valD = 0$
- Các nút con B, C, D của D đã xét. $MAX(valA, valD) = 1$ nên $valA = 1$

- Kết quả nút A so với PP vết cận là không đổi nhưng số trường hợp phải xét ít hơn nhiều so với PP trước.

▪ Ghi chú: $MAX \geq$ và $MIN \leq$

Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

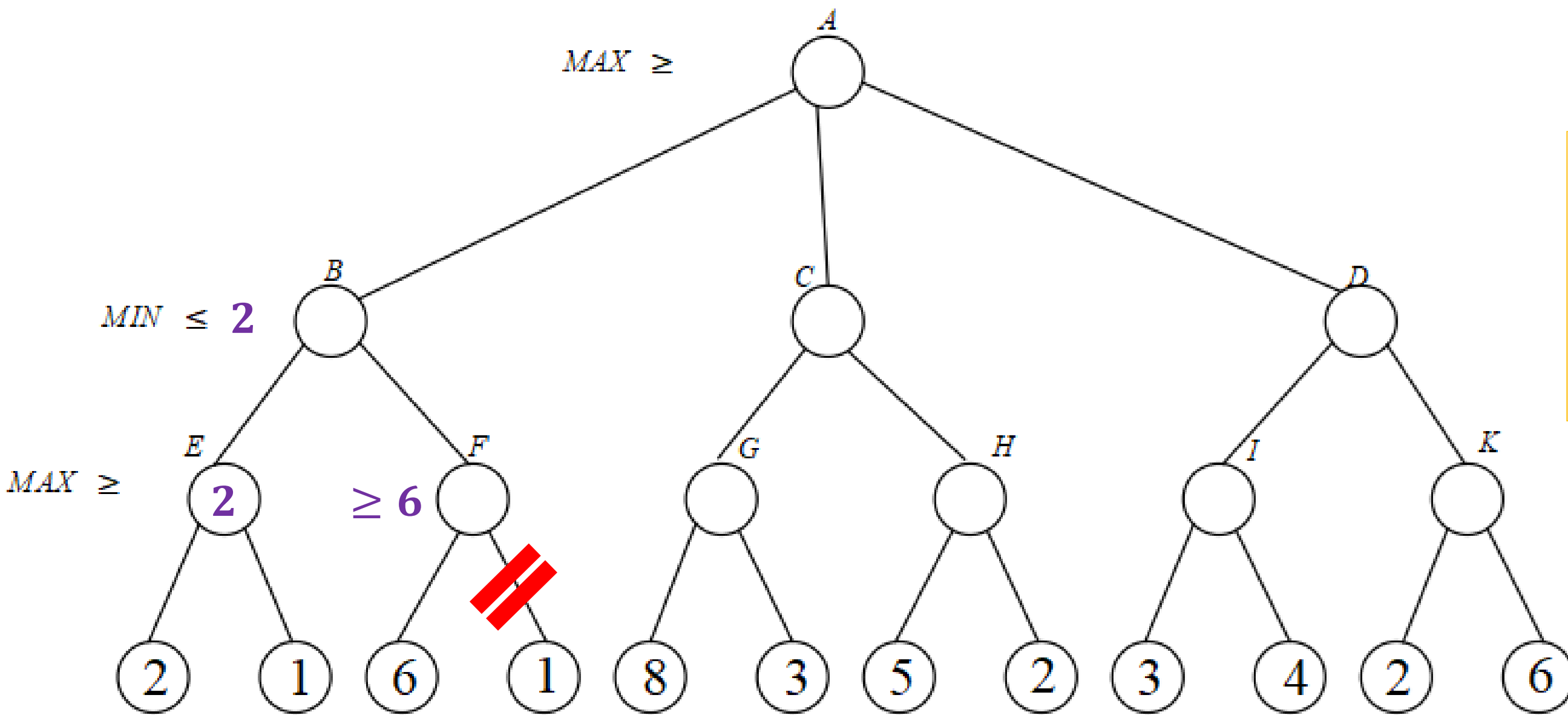
Xém tĩa $\alpha - \beta$ (Alpha – Beta pruning)



- Xét nút E có 2 nút con đã biết nên $valE = MAX(2,1)=2$
- Nút B có tạm B: ≤ 2

Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

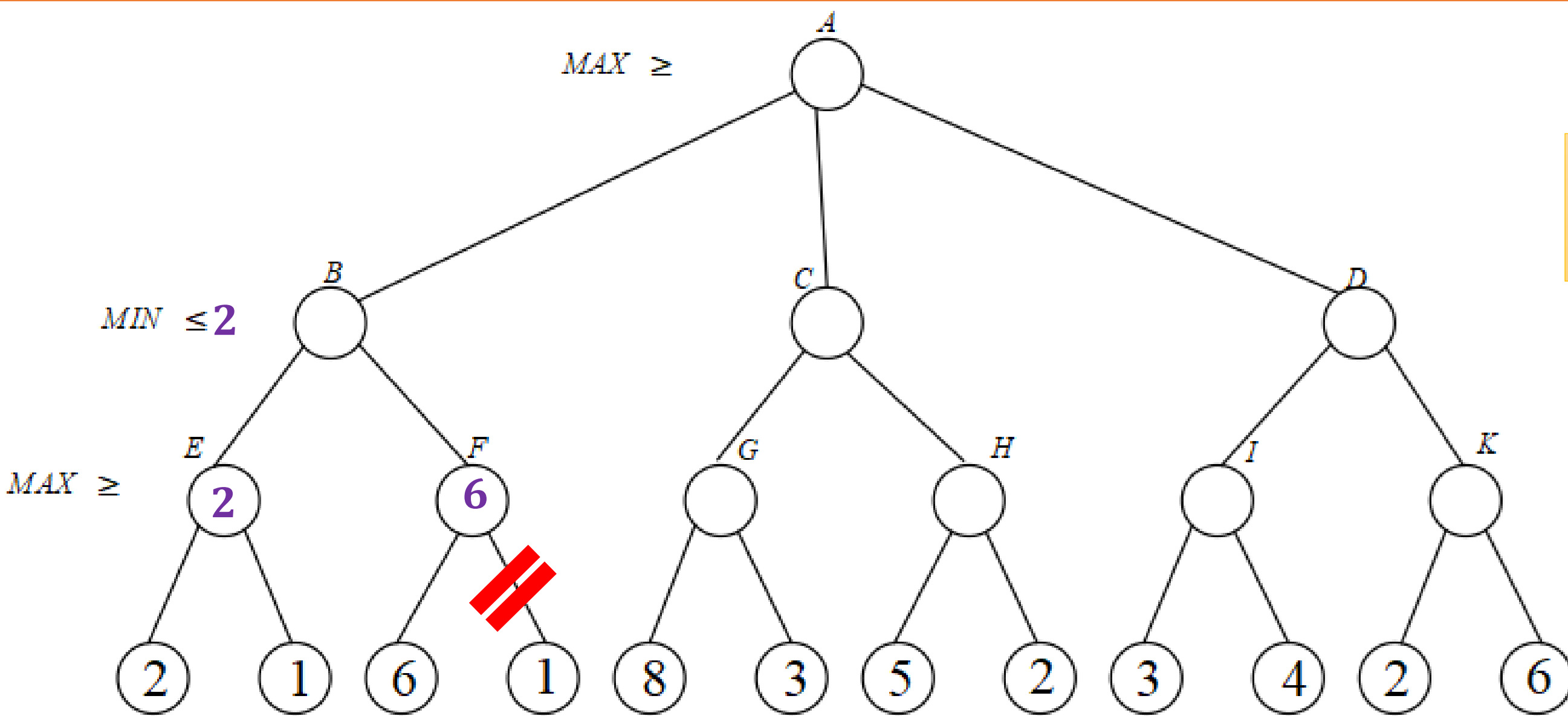
Xém tĩa $\alpha - \beta$ (Alpha – Beta pruning)



- Xét nút F có nút con trái =6 nên tạm F ≥ 6
- $\nexists! X (X \geq 6 \text{ và } X \leq 2)$
- *cắt tĩa nhánh con của F bên phải*

Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

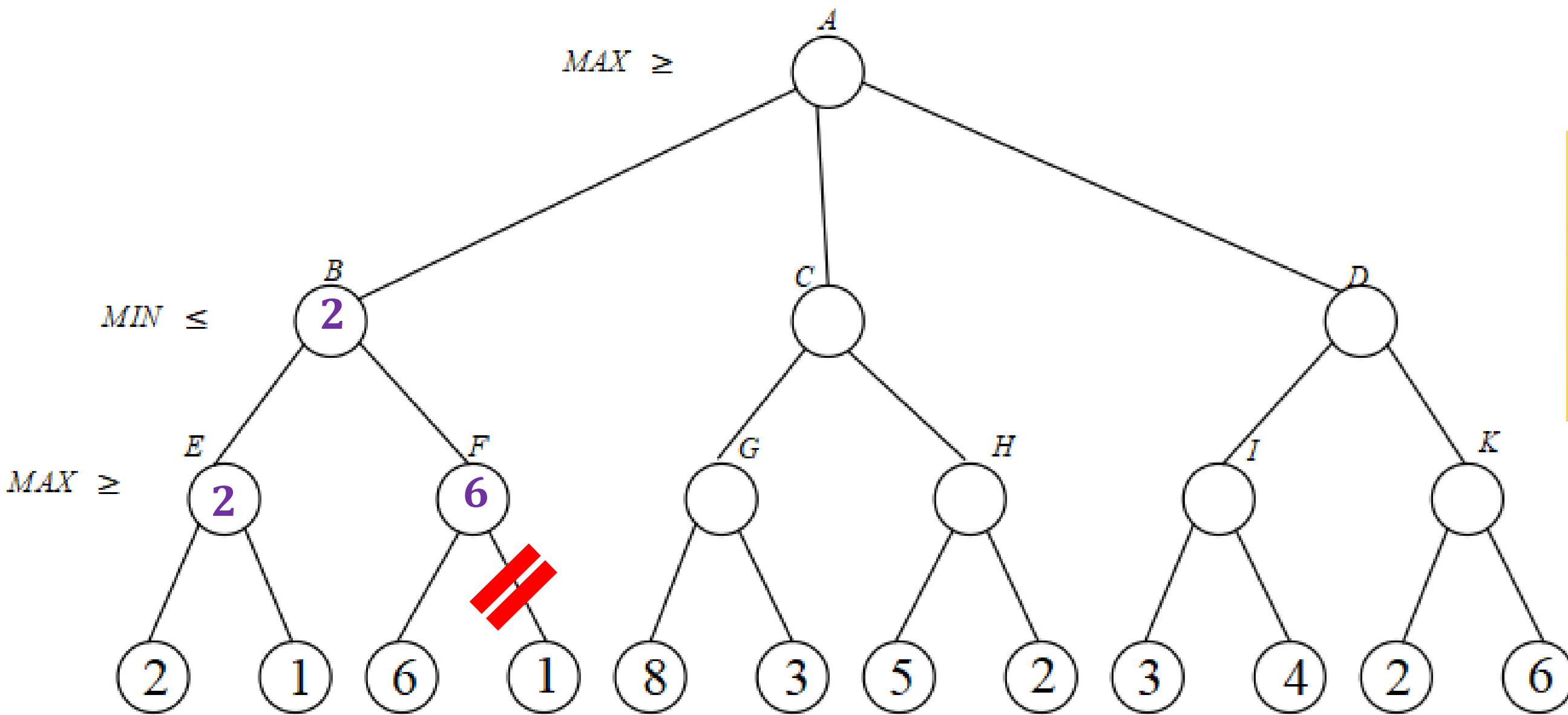
Xém tĩa $\alpha - \beta$ (Alpha – Beta pruning)



- Nút F có 2 nhánh đều xác định nên $valF = 6$

Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

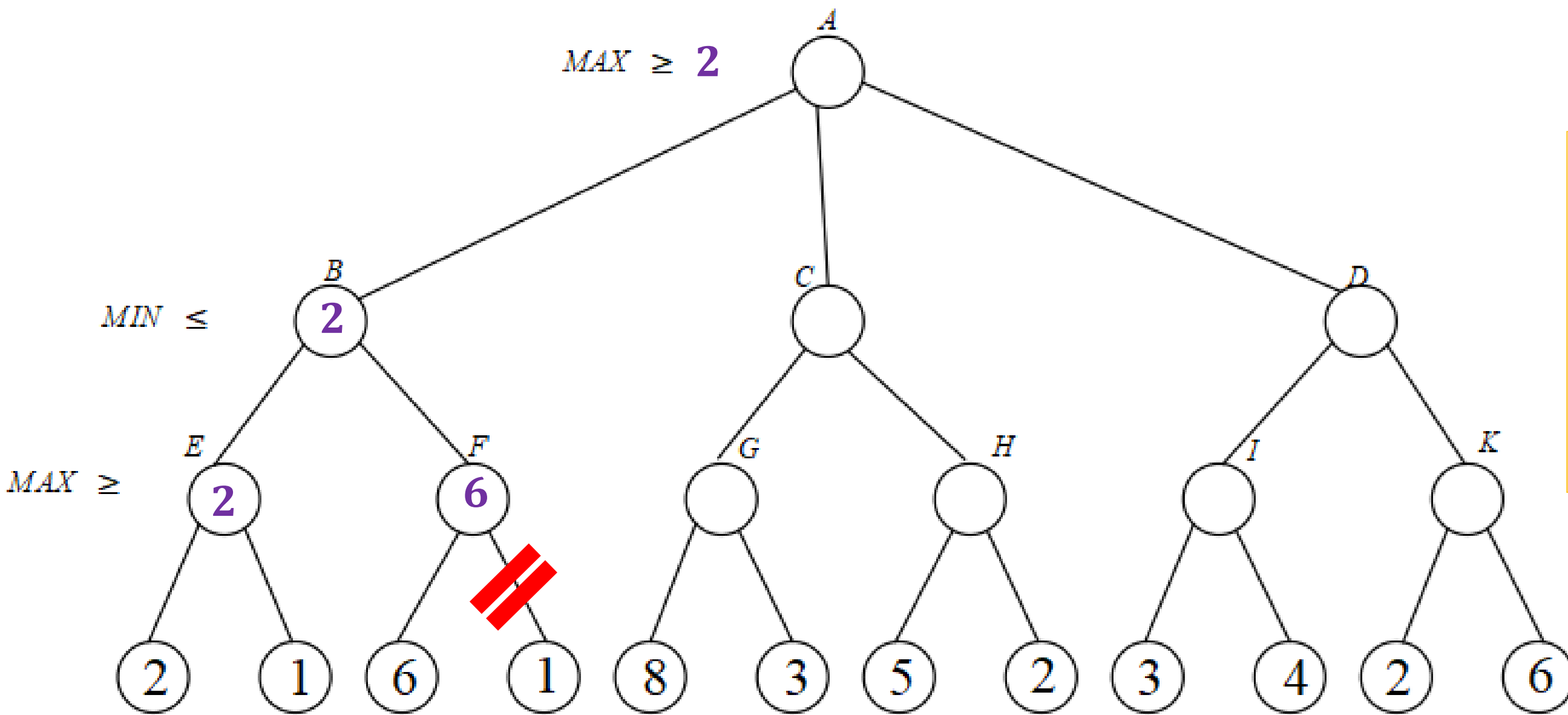
Xém tĩa $\alpha - \beta$ (Alpha – Beta pruning)



- Nút F có 2 nhánh đều xác định nên $valF = 6$
- Nút B có 2 nhánh đều đã xét nên $valB = 2$

Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

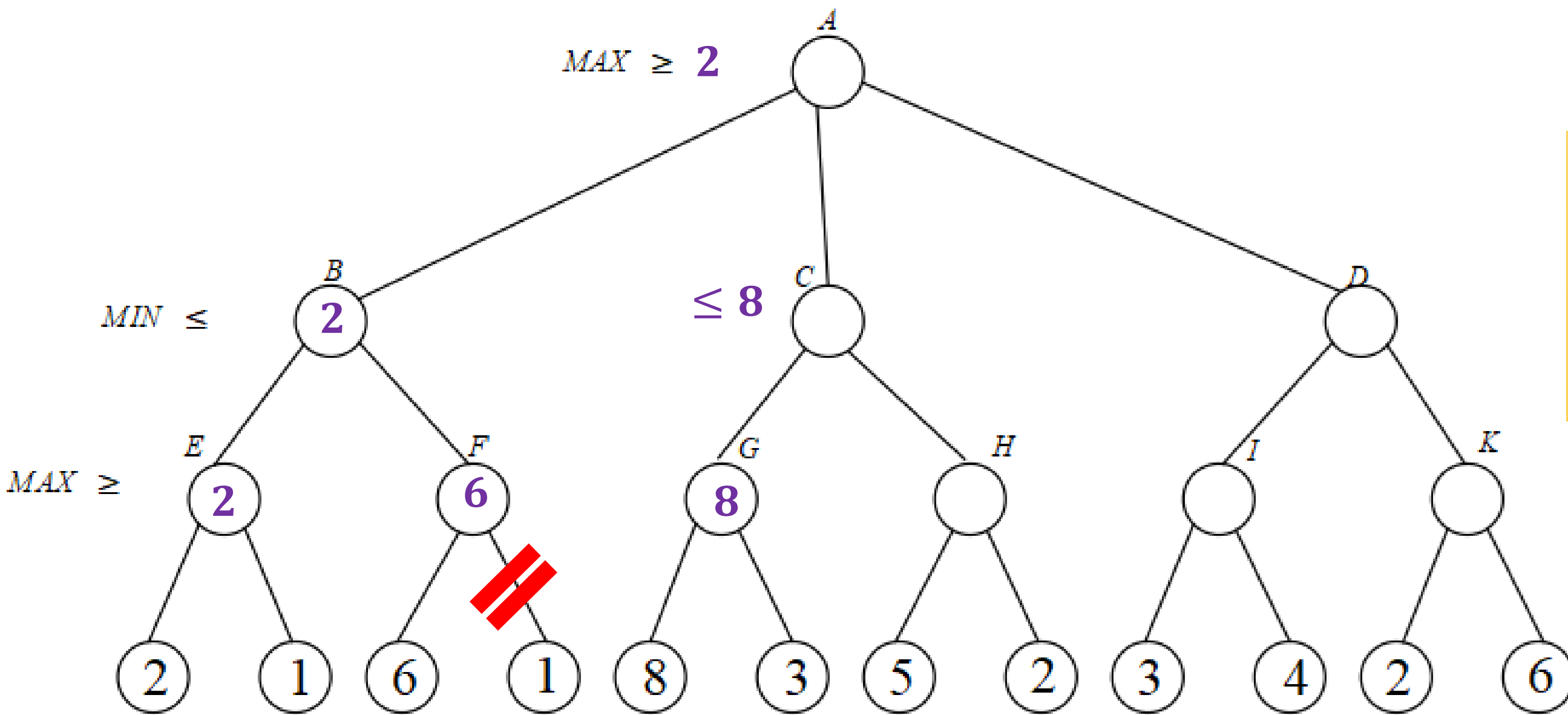
Xém tĩa $\alpha - \beta$ (Alpha – Beta pruning)



- Nút F có 2 nhánh đều xác định nên $valF = 6$
- Nút B có 2 nhánh đều đã xét nên $valB = 2$
- Nút A có tạm $A \geq 2$

Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

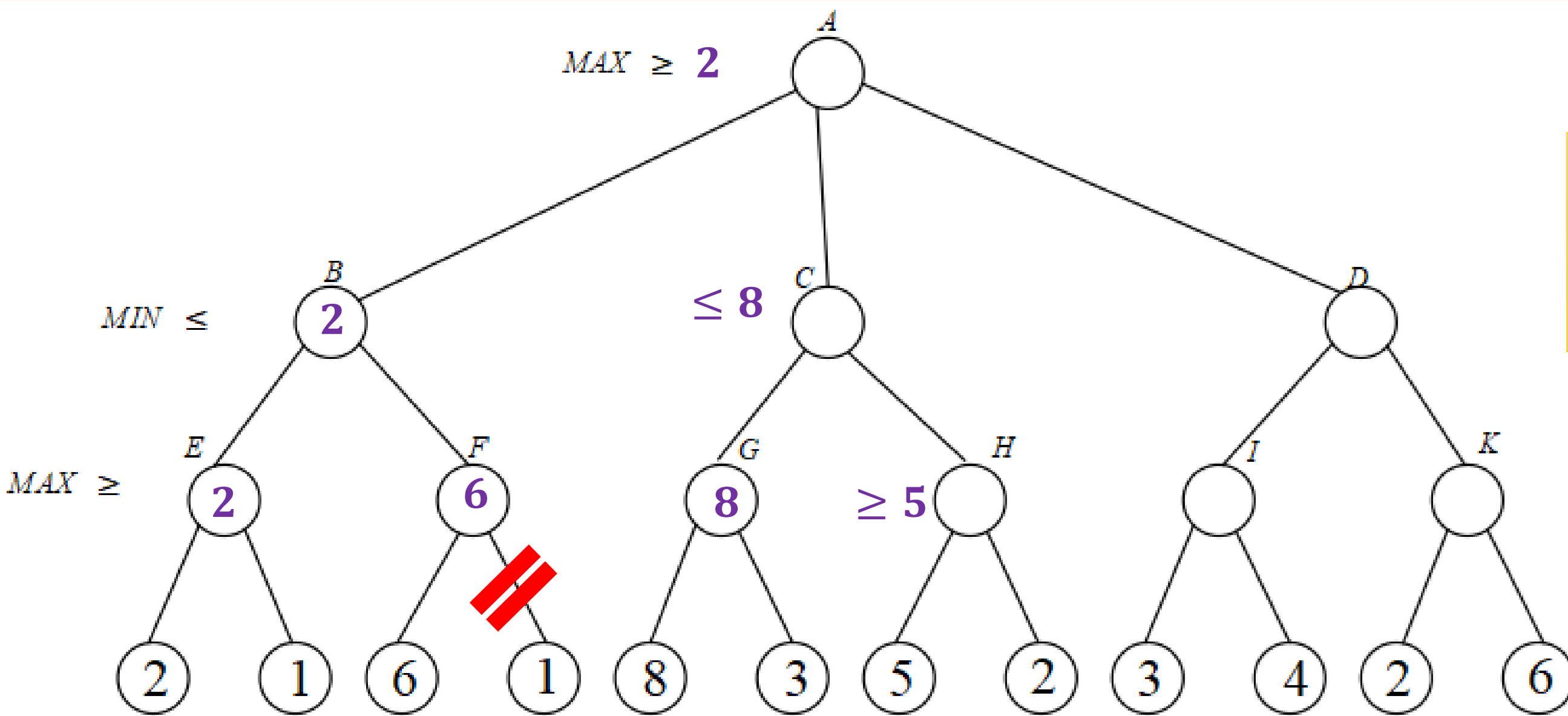
Xém tĩa $\alpha - \beta$ (Alpha – Beta pruning)



- Xét nút C có 2 con G và H đều chưa có giá trị
- Xét nút G có $valG = MAX(8,3)$
- Tạm C ≤ 8

Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

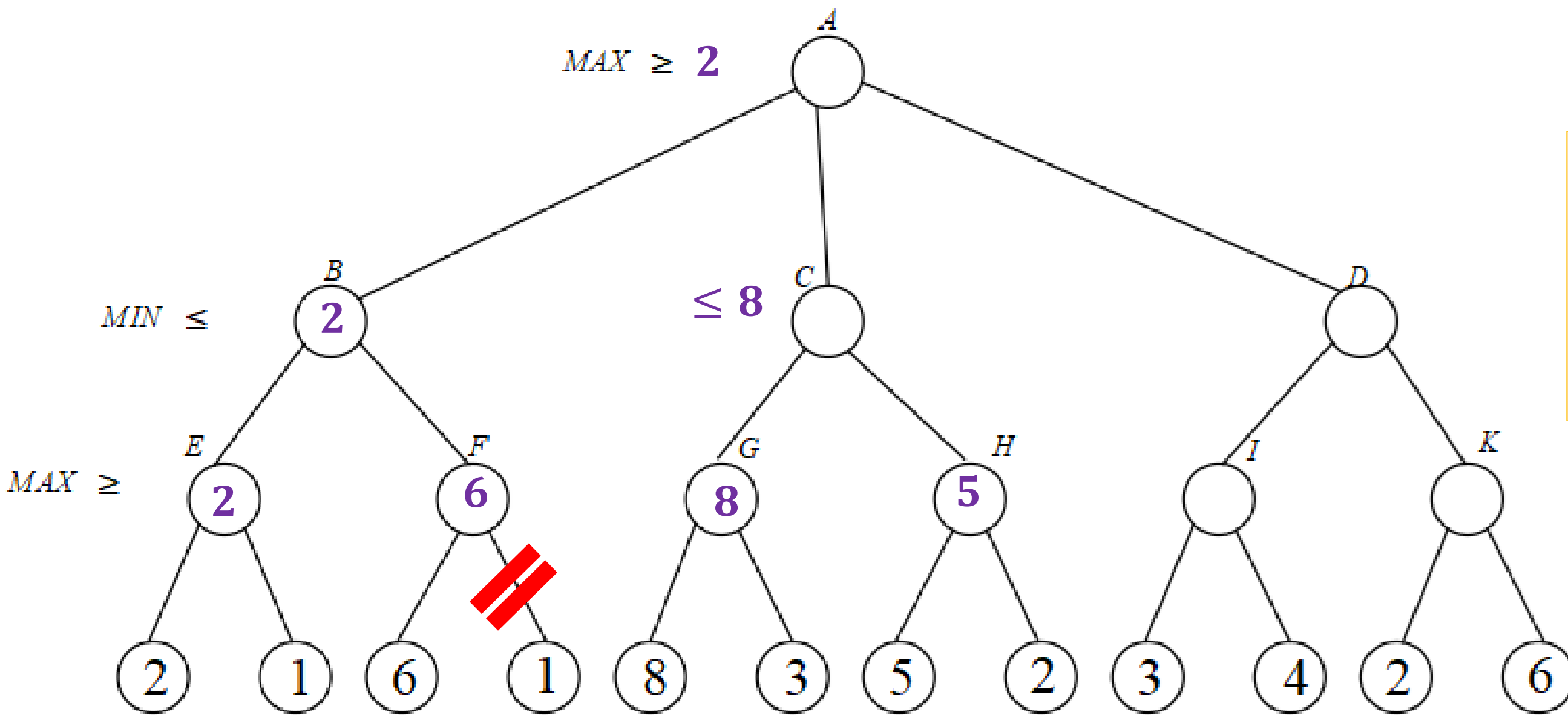
Xém tĩa $\alpha - \beta$ (Alpha – Beta pruning)



- Xét nút C là con của A
- $\exists X (X \leq 8 \text{ và } X \geq 2)$ nên
- Xét nút H có tạm $H \geq 5$

Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

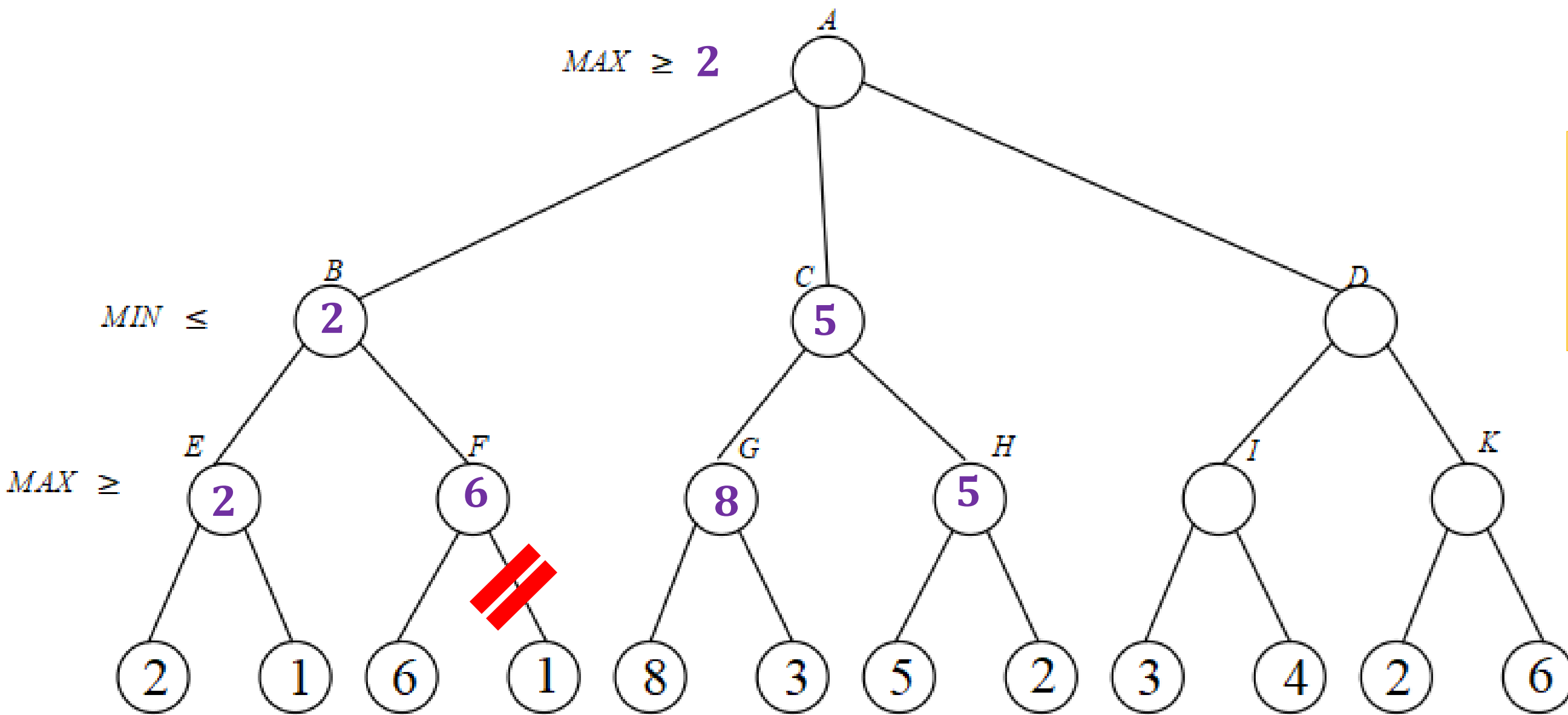
Xém tĩa $\alpha - \beta$ (Alpha – Beta pruning)



- Xét nút H là con của C
- $\exists X (X \leq 8 \text{ và } X \geq 5)$ nên
- Xét nút con bên phải H và tính lại valH = MAX(5,2) = 5

Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

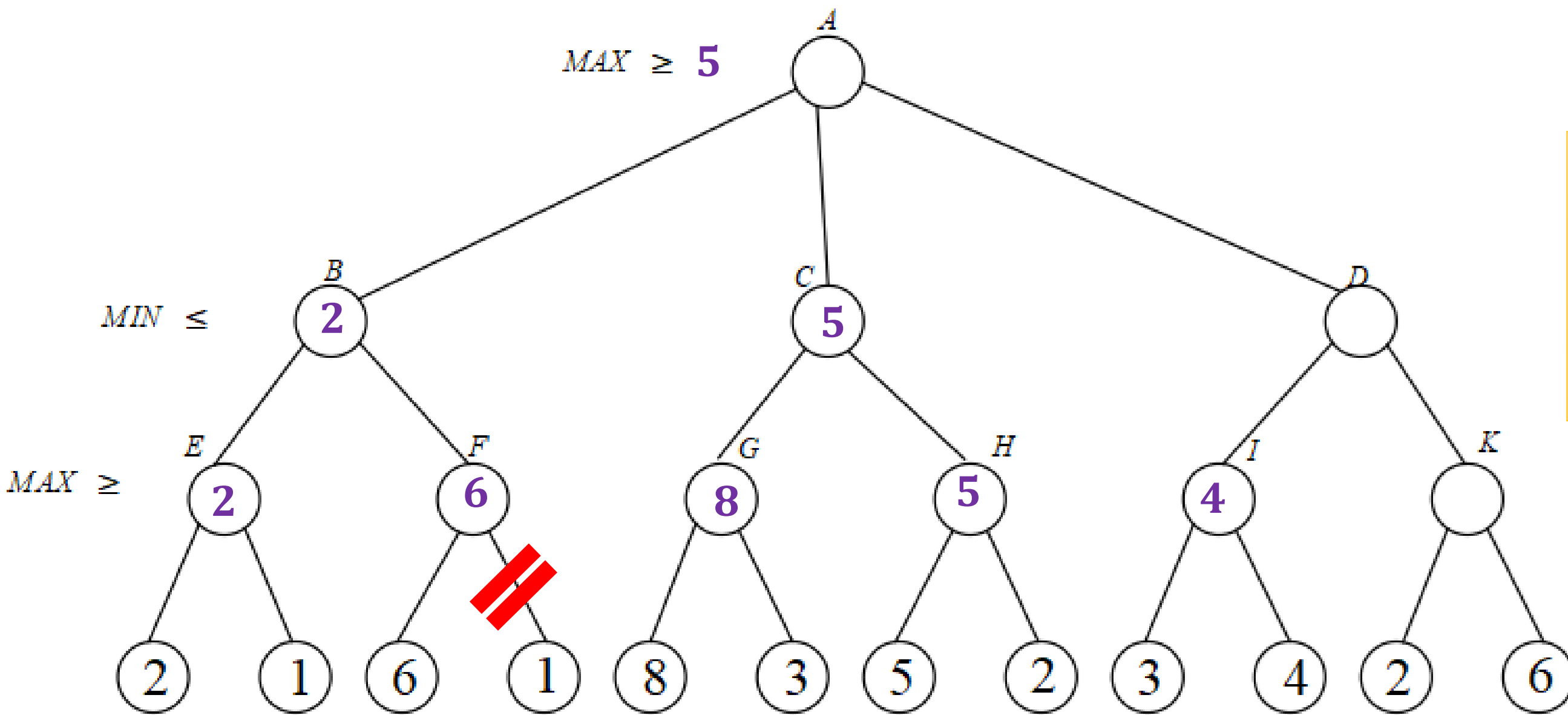
Xém tỉa $\alpha - \beta$ (Alpha – Beta pruning)



- Xét nút C có 2 nút con đã biết
- $valC = \text{MIN}(\text{tạm } C, 5) = 5$
- $valA = \text{MAX}(\text{tạm } A, 5) = 5$

Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

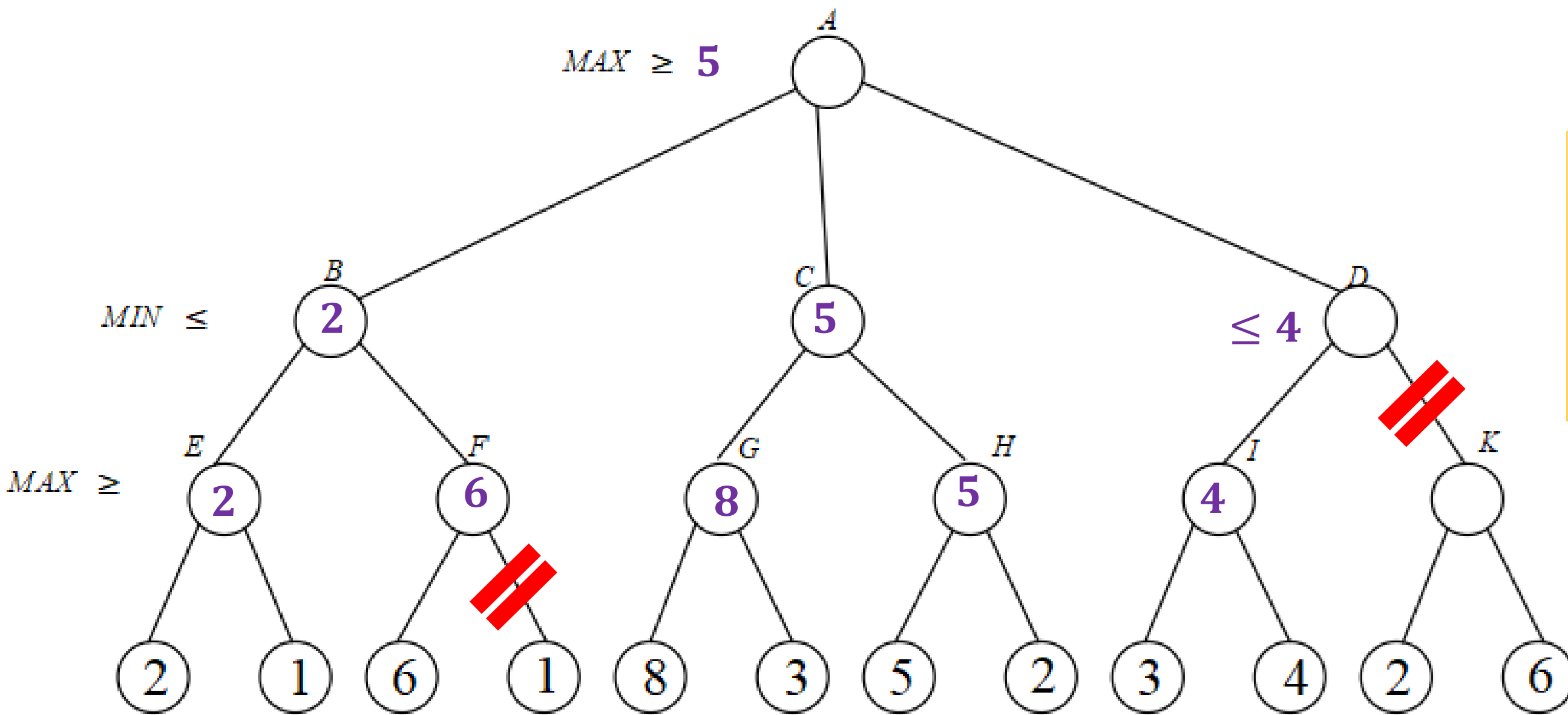
Xém tĩa $\alpha - \beta$ (Alpha – Beta pruning)



- Xét nút D là con của A chưa có giá trị và có 2 con I, E chưa có giá trị.
- Xét nút I: $I = \text{MAX}(3, 4)$

Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

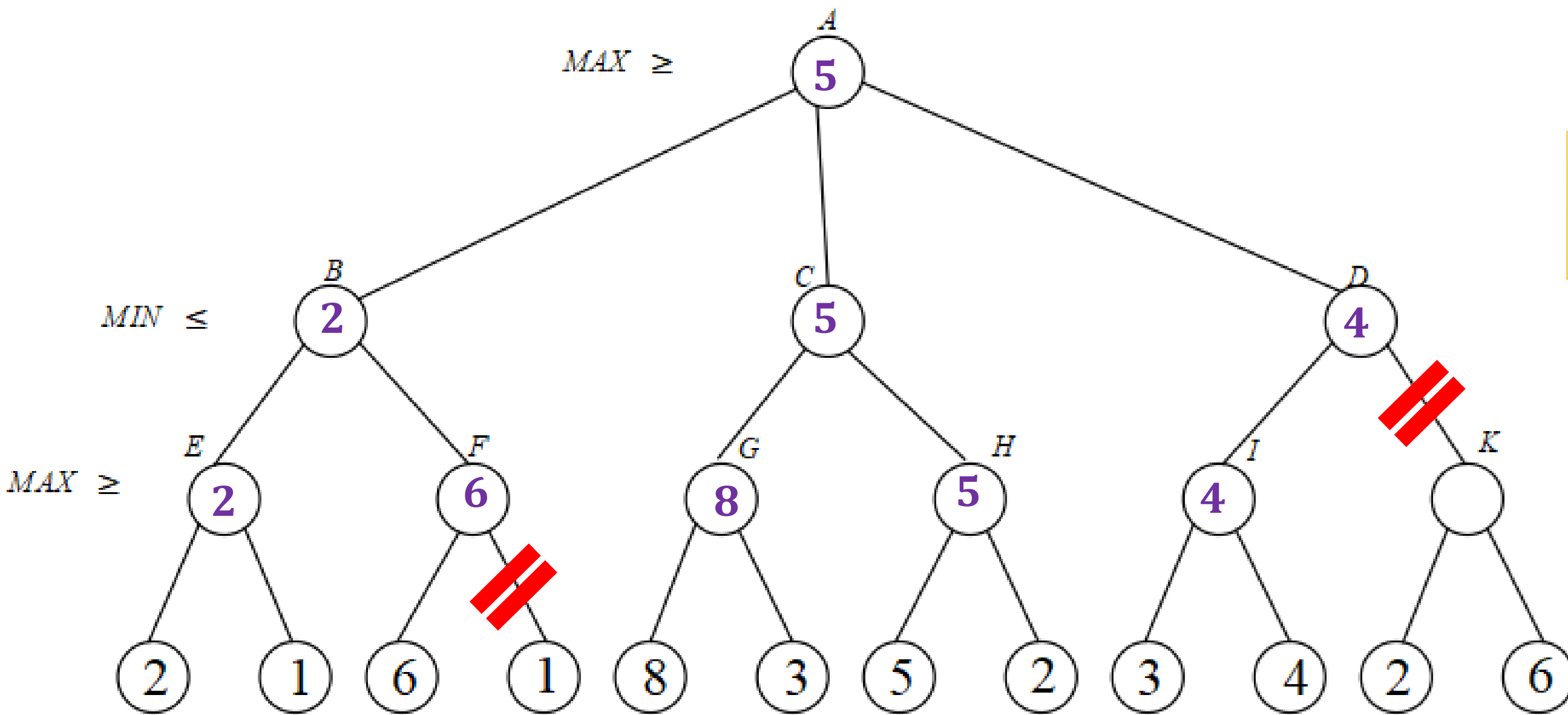
Xém tĩa $\alpha - \beta$ (Alpha – Beta pruning)



- Xét nút D có con là I: tạm $D \leq 4$
- Xét nút A có con là D
- $\nexists X (X \leq 4 \text{ và } X \geq 5)$ nên xén các con của D (nhánh K)

Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

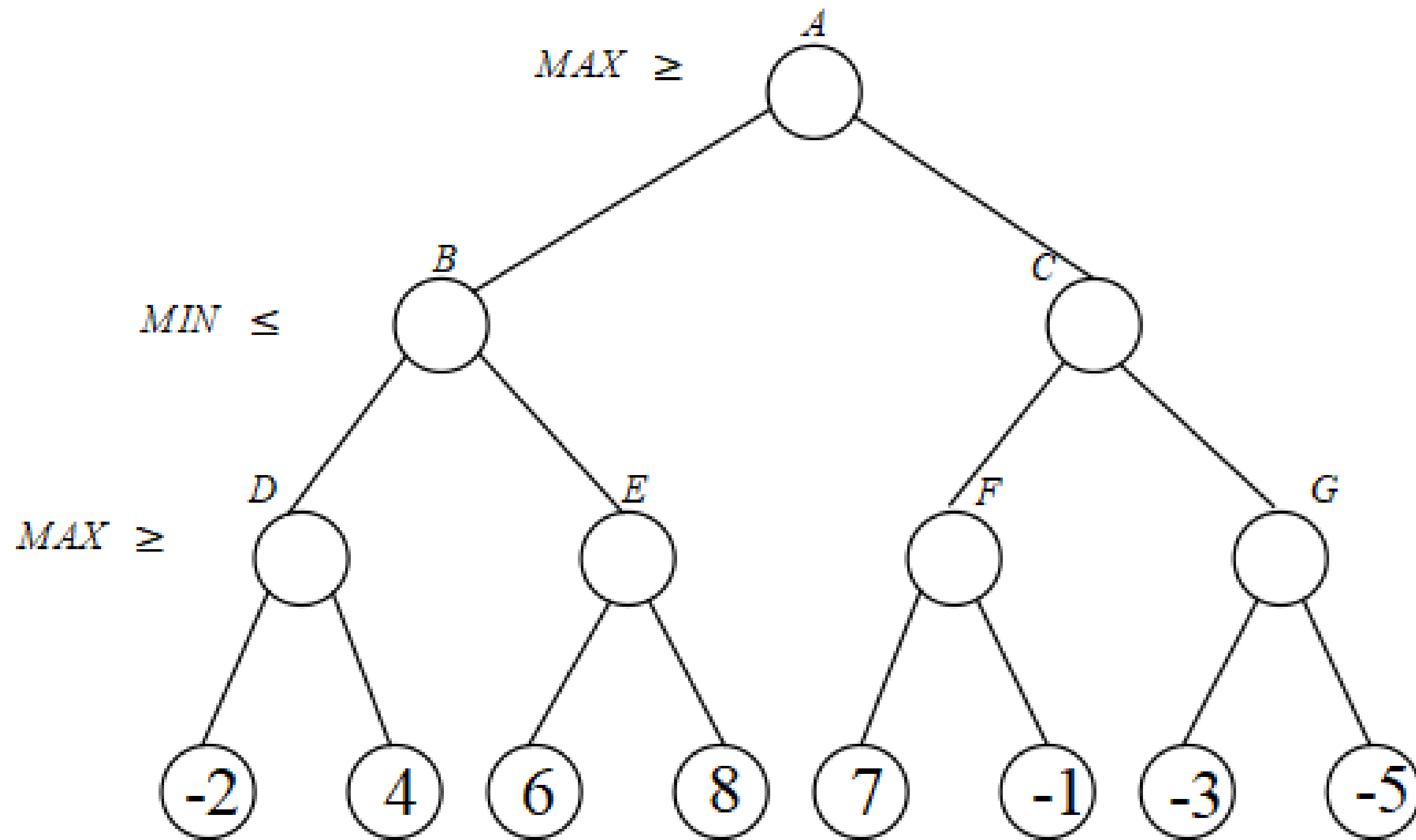
Xém tĩa $\alpha - \beta$ (Alpha – Beta pruning)



- Xét nút A có 3 con đã biết
- $valA = MAX(\text{tạm } A, 5) = 5$

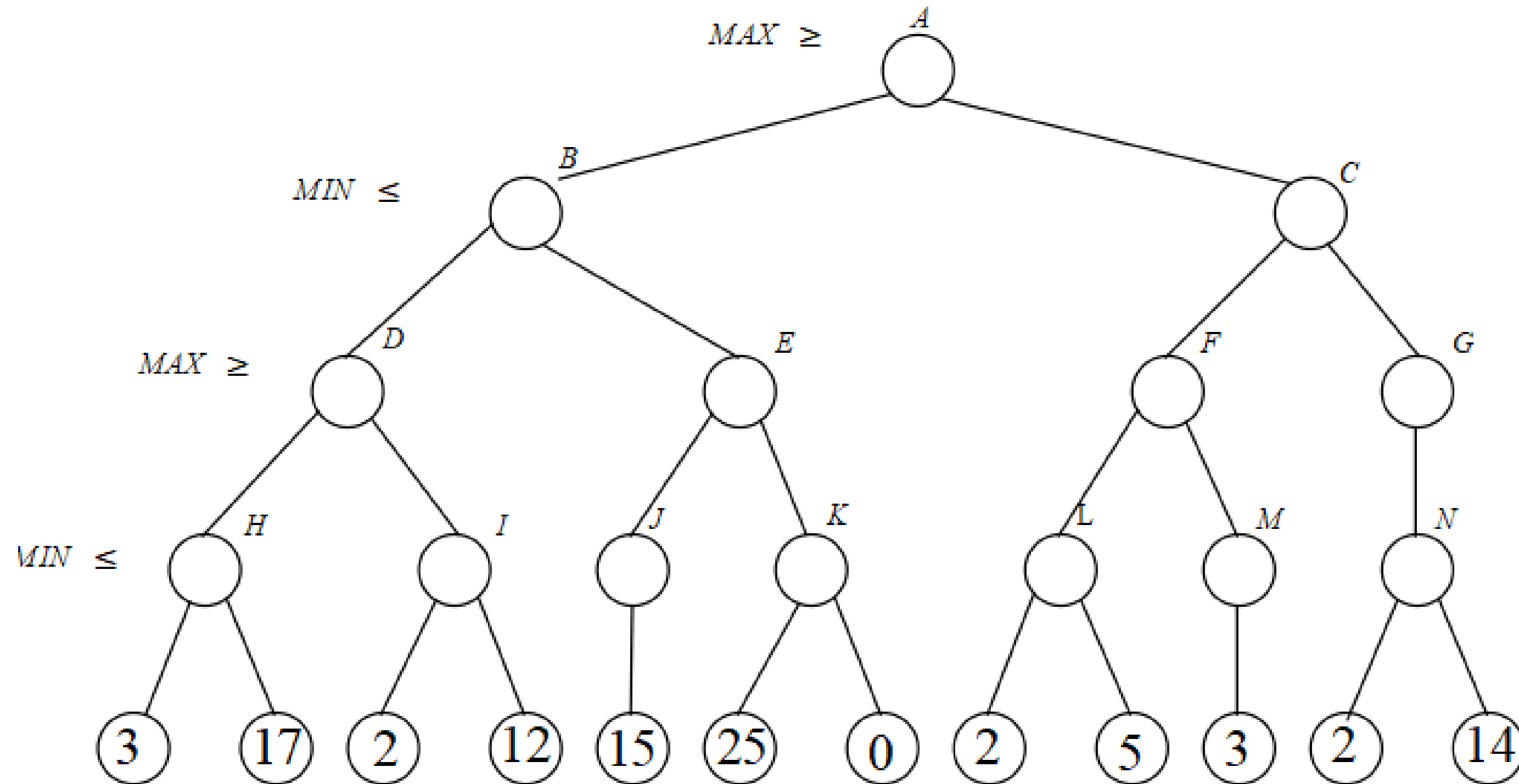
Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

Xém tĩa $\alpha - \beta$ (Alpha – Beta pruning)



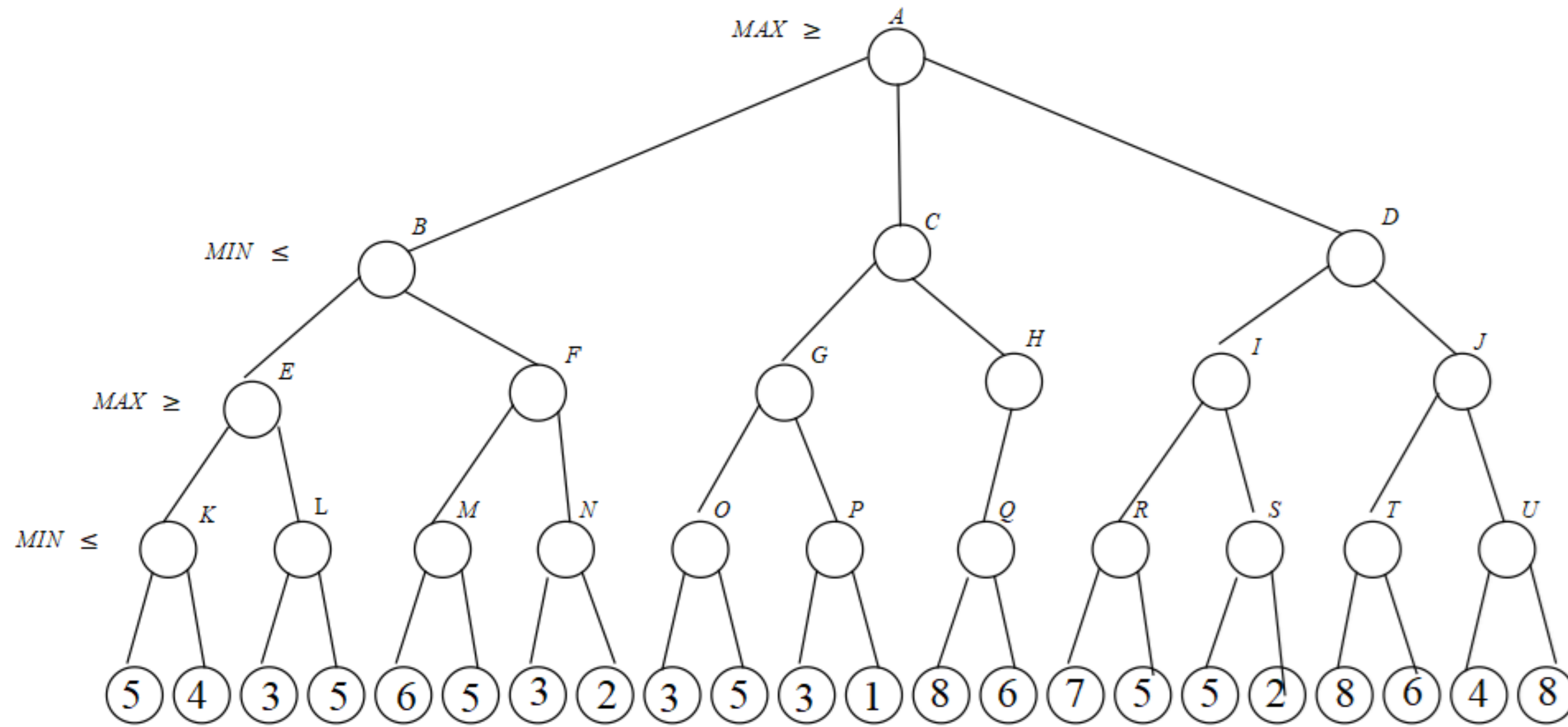
Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

Xém tĩa $\alpha - \beta$ (Alpha – Beta pruning)



Chương 5. GIẢI THUẬT TÌM KIẾM LỜI GIẢI CHO TRÒ CHƠI

Xém tĩa $\alpha - \beta$ (Alpha – Beta pruning)



HẾT CHƯƠNG 5