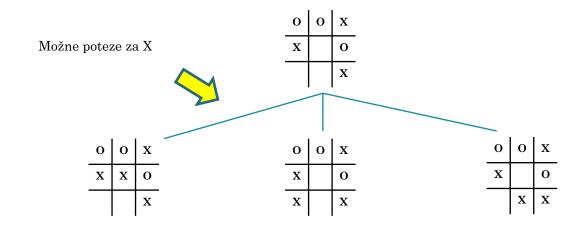
UMETNA INTELIGENCA

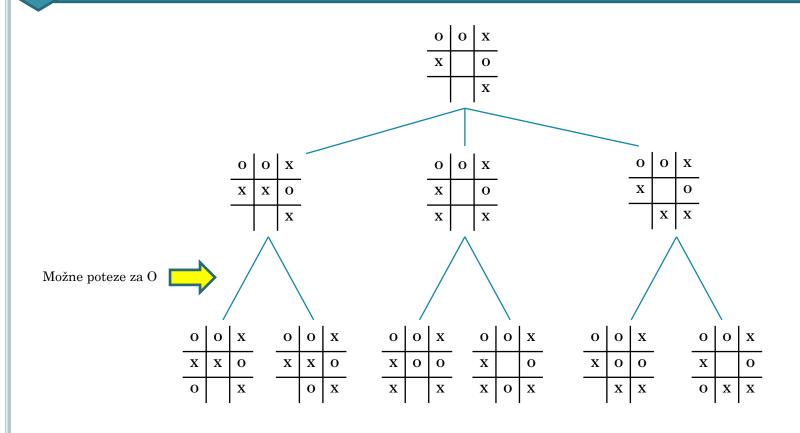
laboratorijske vaje minimaks, alfa-beta rezanje, monte carlo drevesa

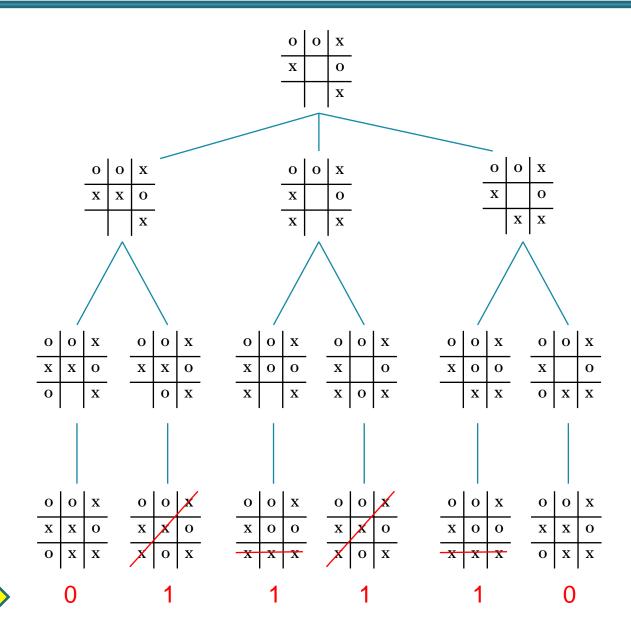
Podano začetno stanje X je na potezi



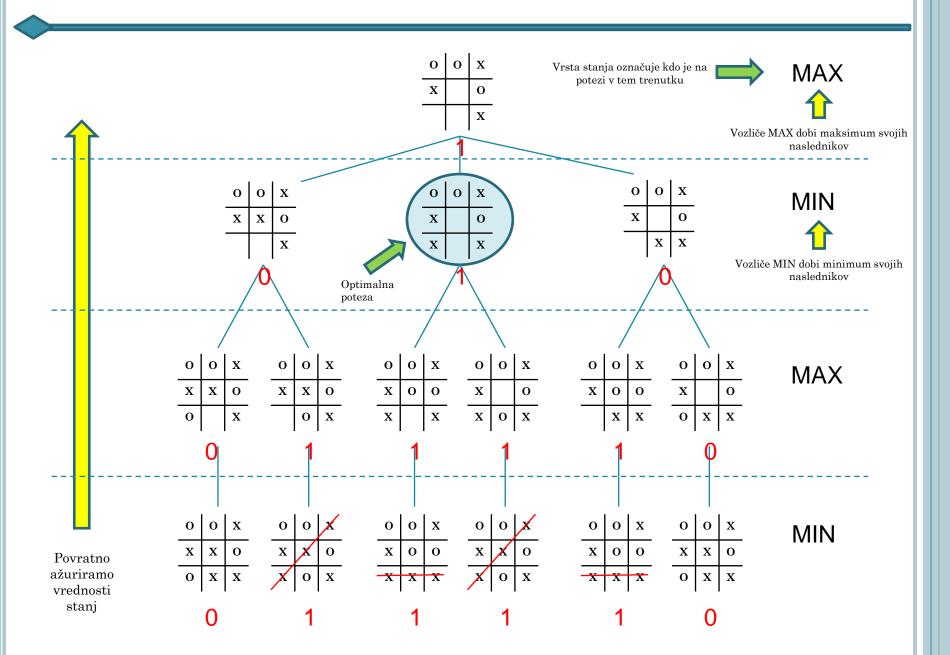
О	o	X
X		О
		X







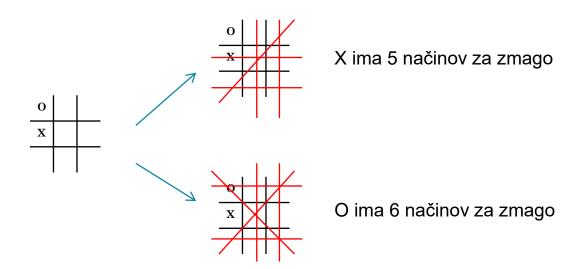
Ovrednotimo stanja



- Po navadi (zaradi časovnih ali pomnilniških omejitev) prostora stanj ne moremo pregledati do listov, zato stanja pregledamo do neke fiksne globine n.
- Na globini n vozliščem določimo hevristično oceno kvalitete in jo propagiramo navzgor.

Primer hevristične funkcije za igro križci in krožci:

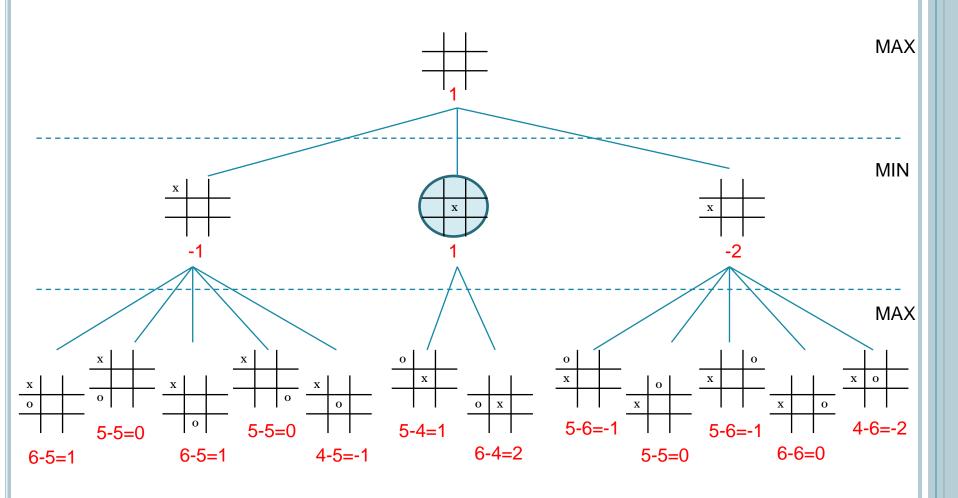
E(n) = "na koliko načinov lahko zmagam" – "na koliko načinov lahko nasprotnik zmaga"



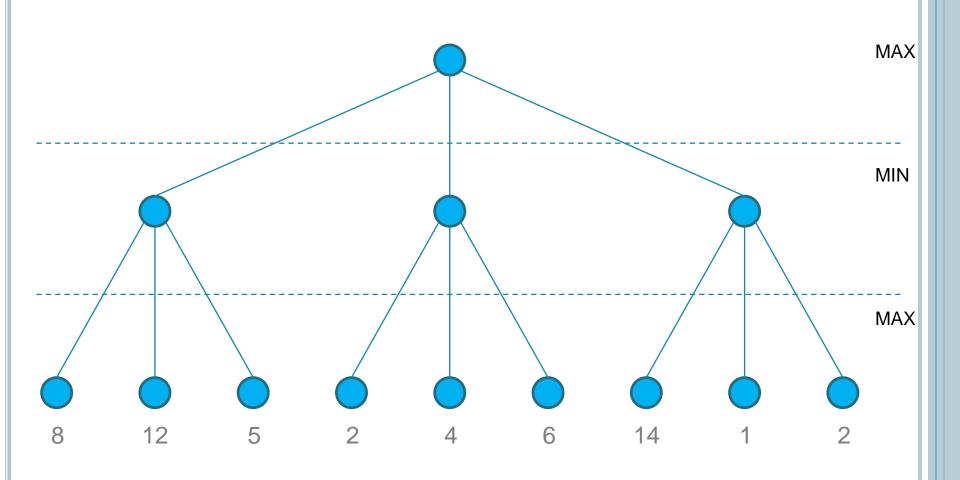
Hevristična ocena za podano pozicijo s stališča igralca X je E(n) = 5 - 6 = -1

PRIMER 1

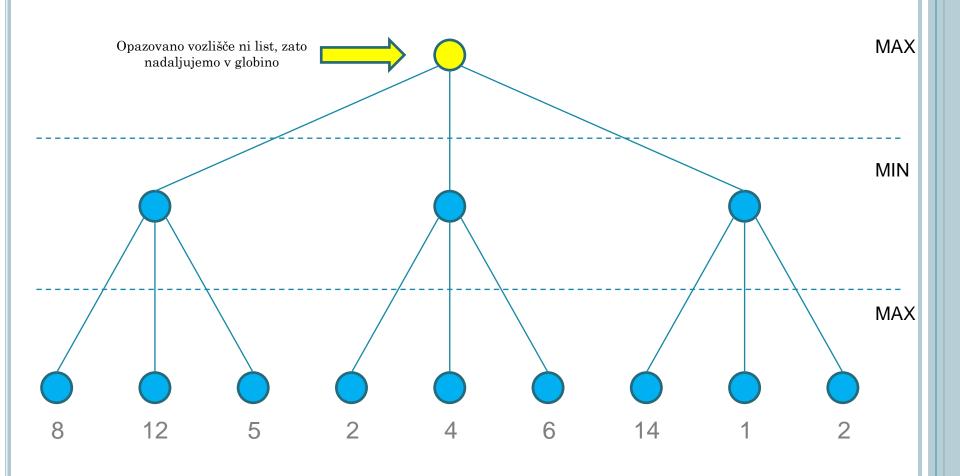
Primer ažuriranja vrednosti stanj z minimaksom globine 3. X je prvi na potezi in predstavlja igralca MAX.



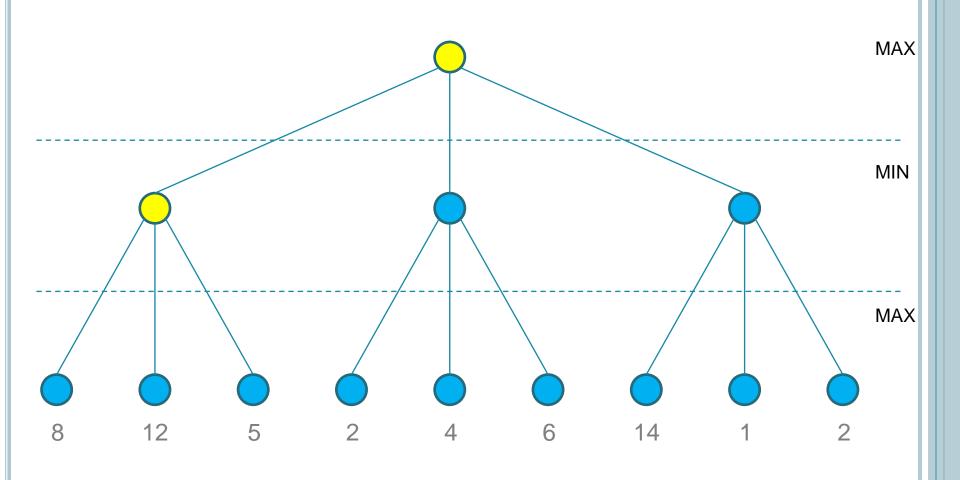
PRIMER 2 (1/18)



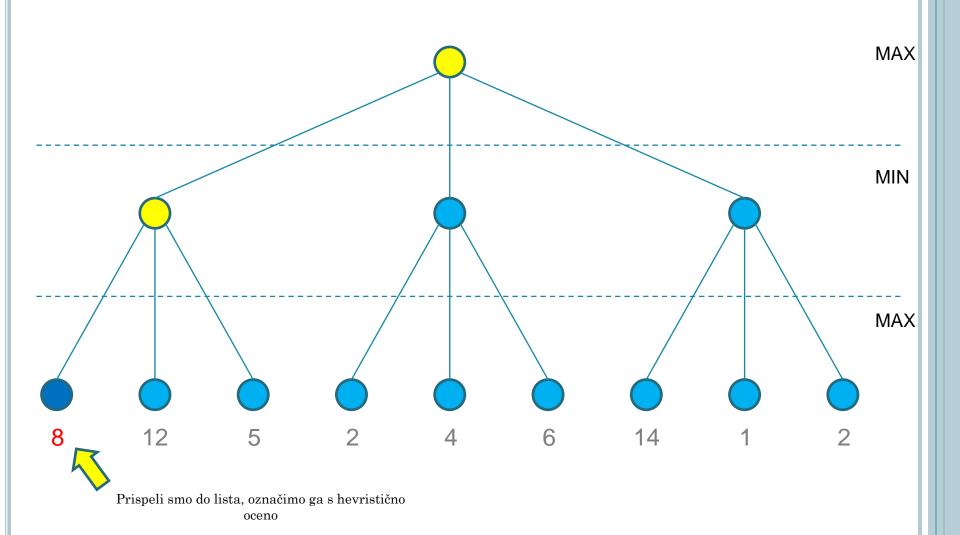
PRIMER 2 (2/18)



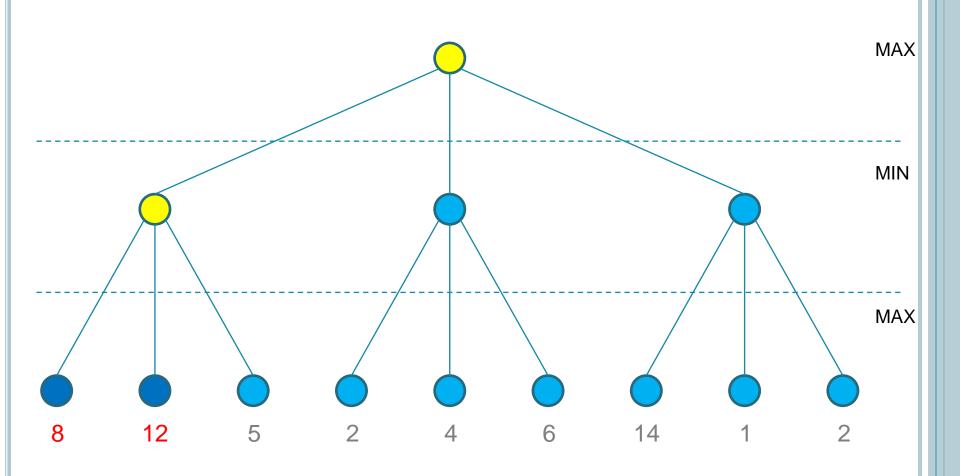
PRIMER 2 (3/18)



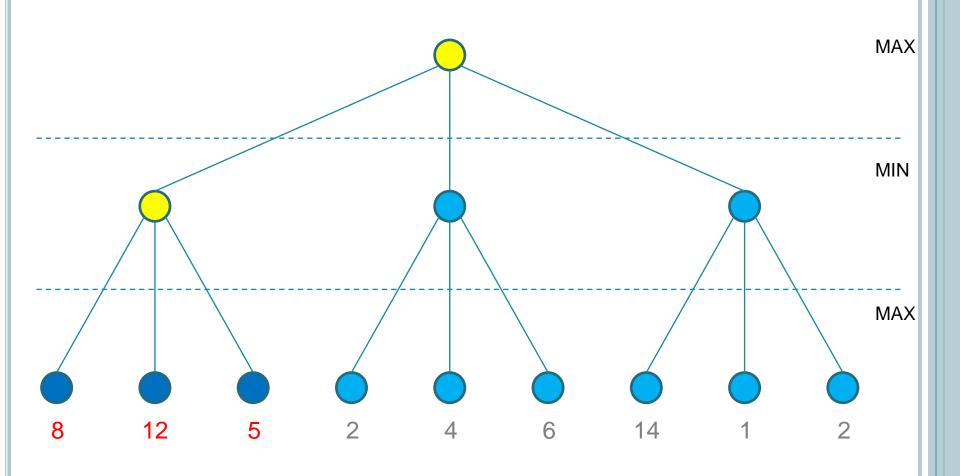
PRIMER 2 (4/18)



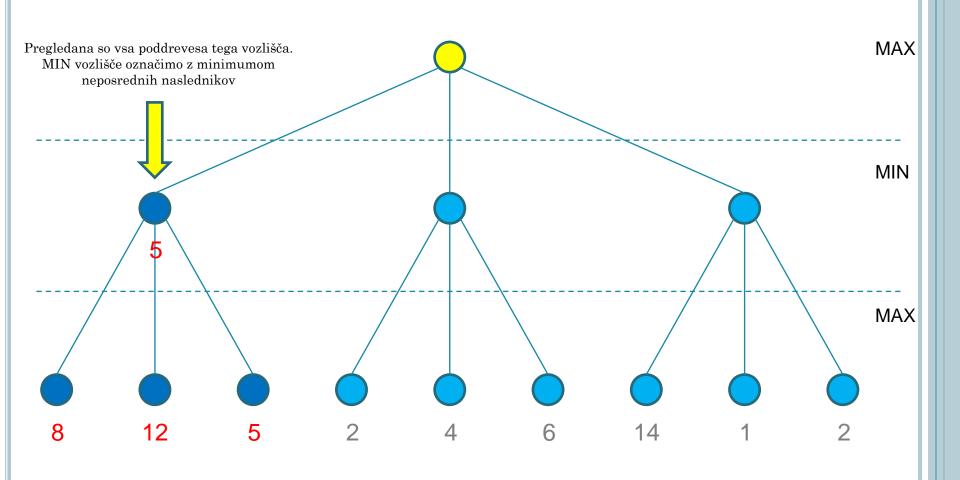
PRIMER 2 (5/18)



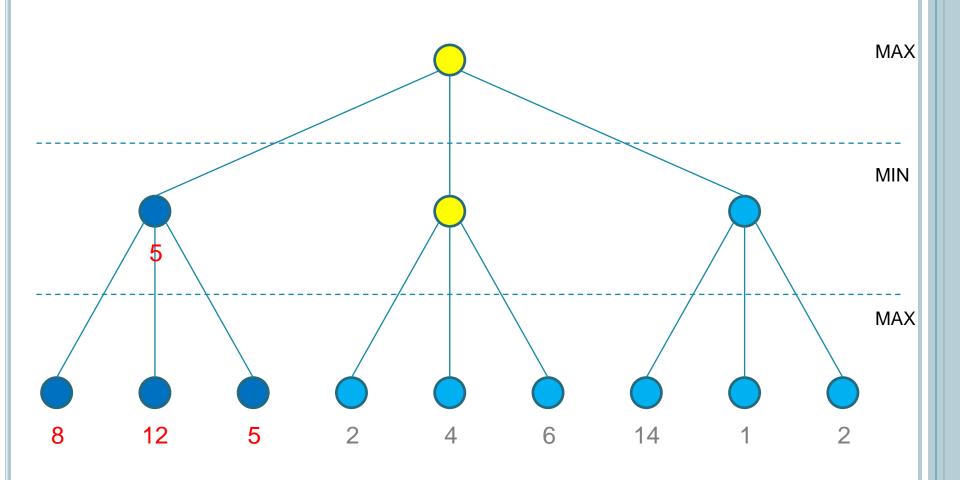
PRIMER 2 (6/18)



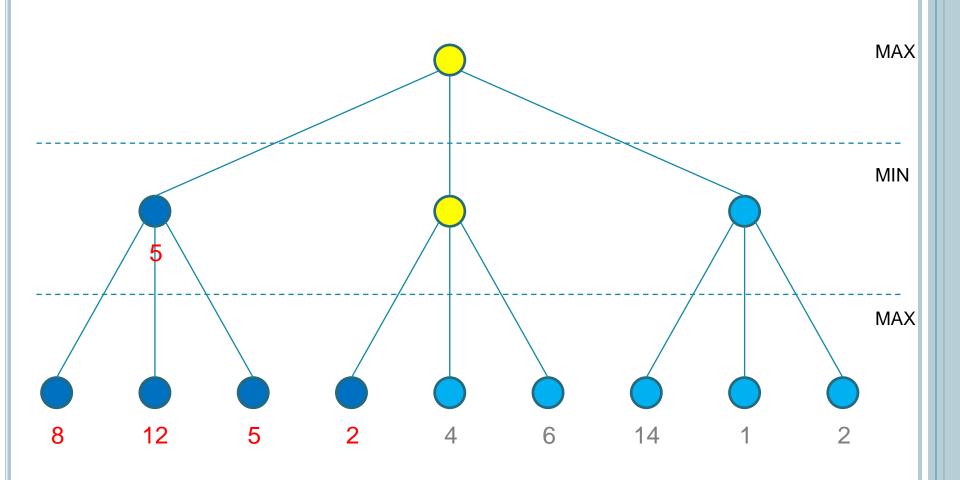
PRIMER 2 (7/18)



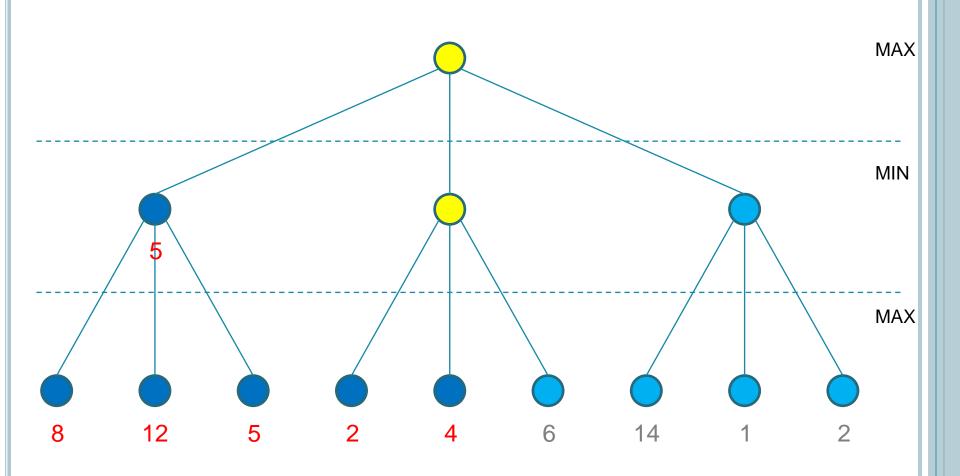
PRIMER 2 (8/18)



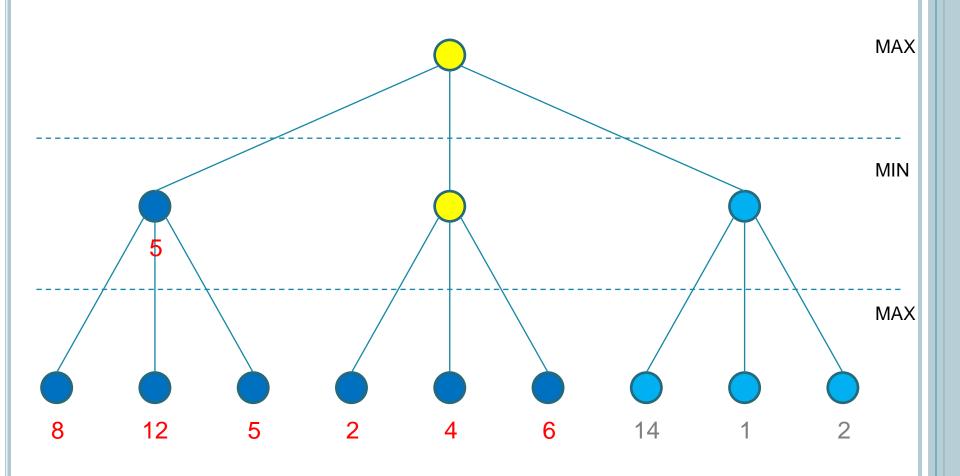
PRIMER 2 (9/18)



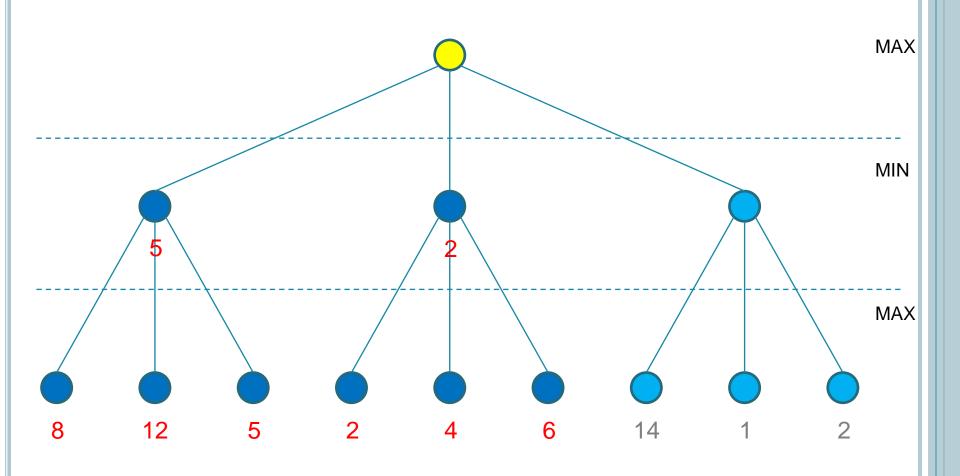
PRIMER 2 (10/18)



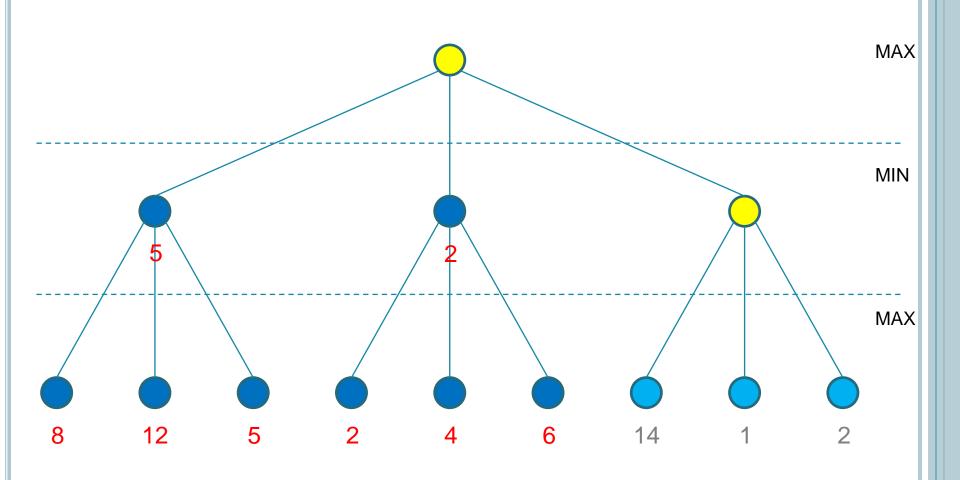
PRIMER 2 (11/18)



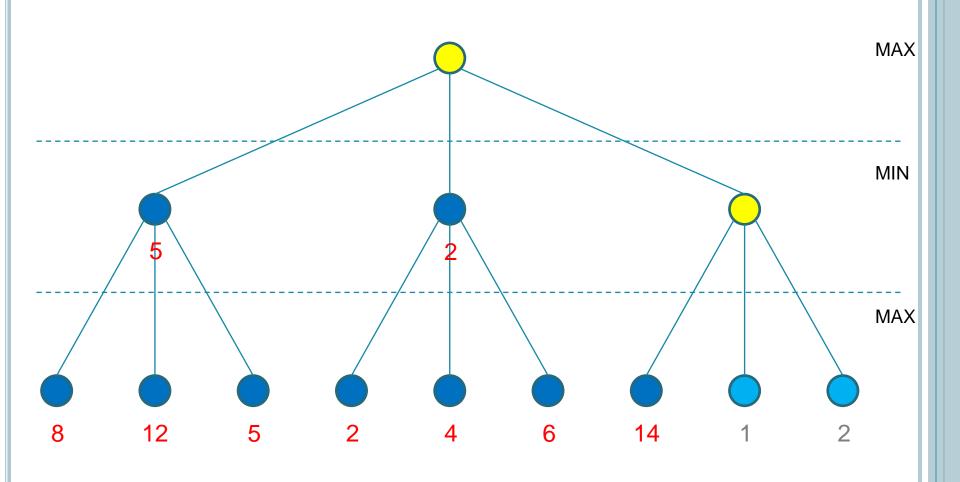
PRIMER 2 (12/18)



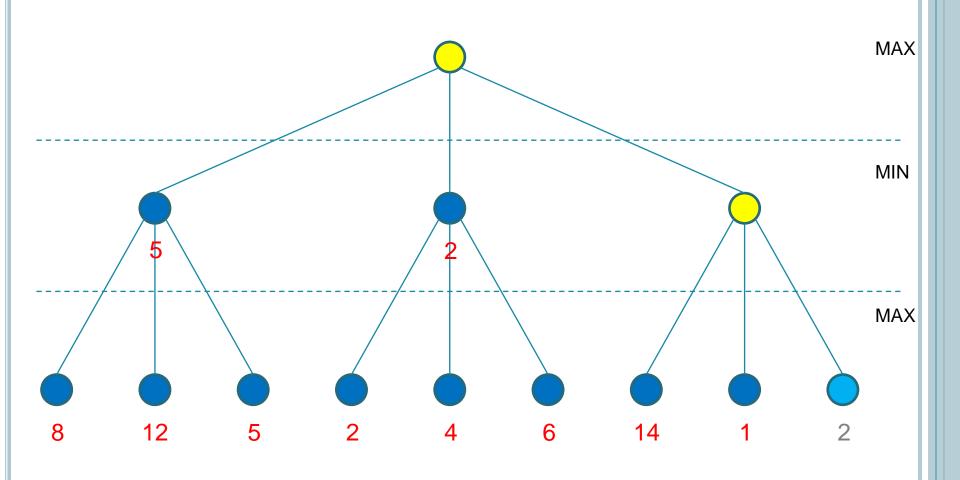
PRIMER 2 (13/18)



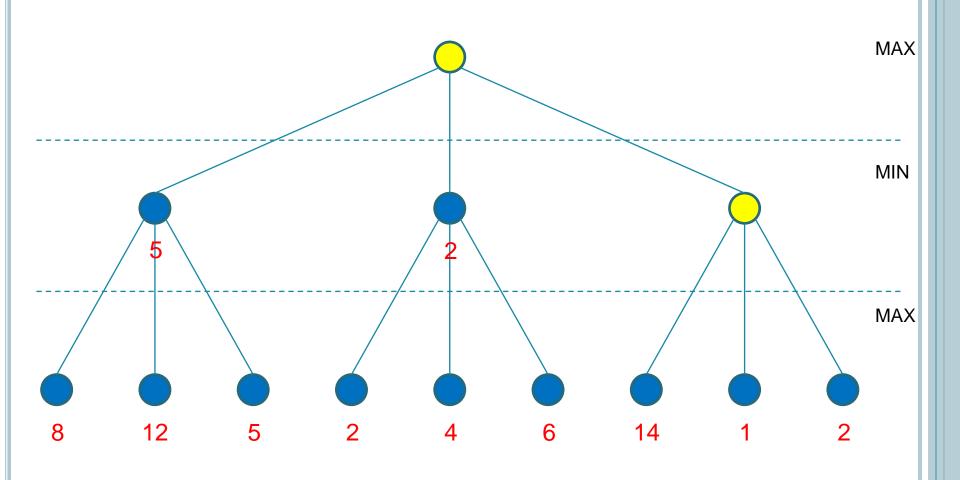
PRIMER 2 (14/18)



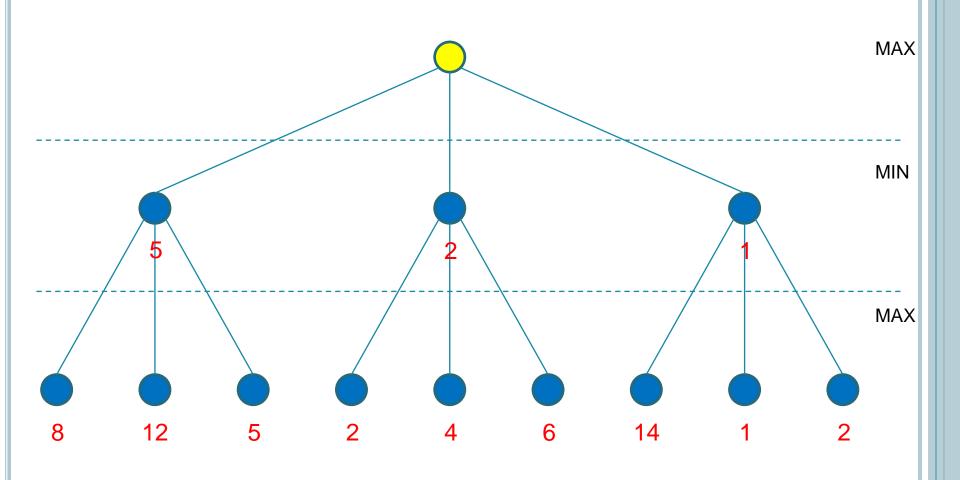
PRIMER 2 (15/18)



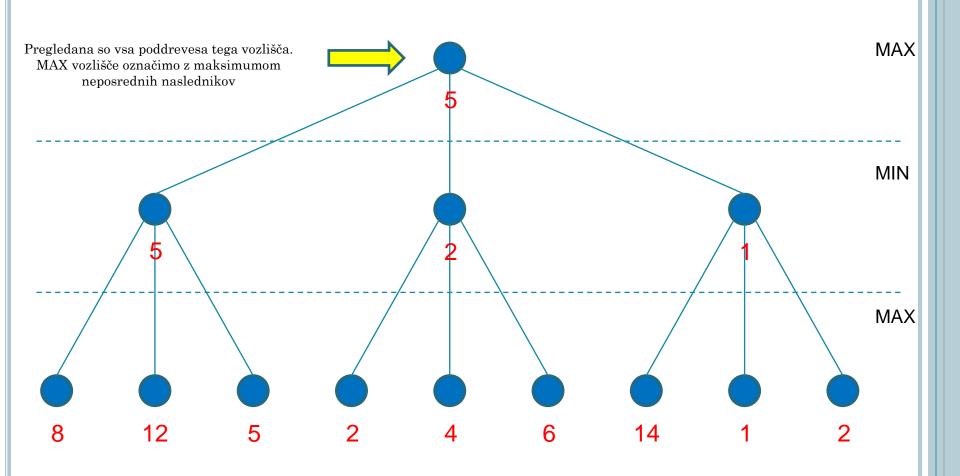
PRIMER 2 (16/18)



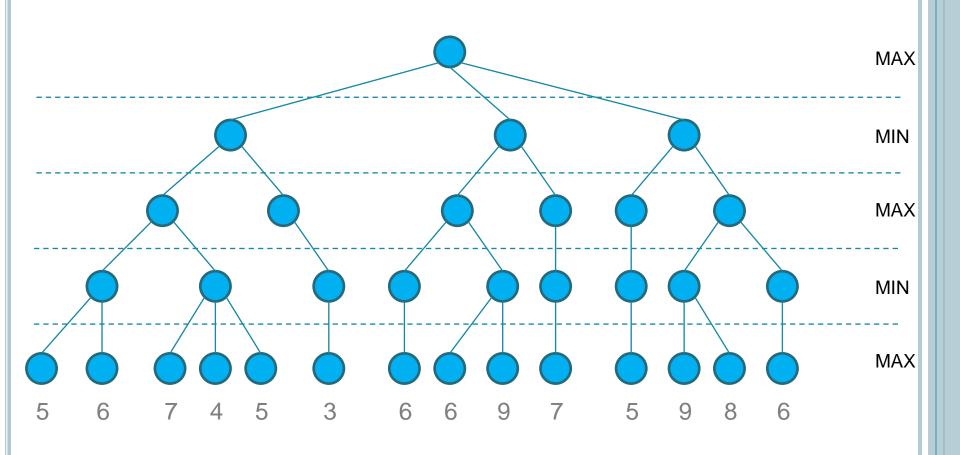
PRIMER 2 (17/18)



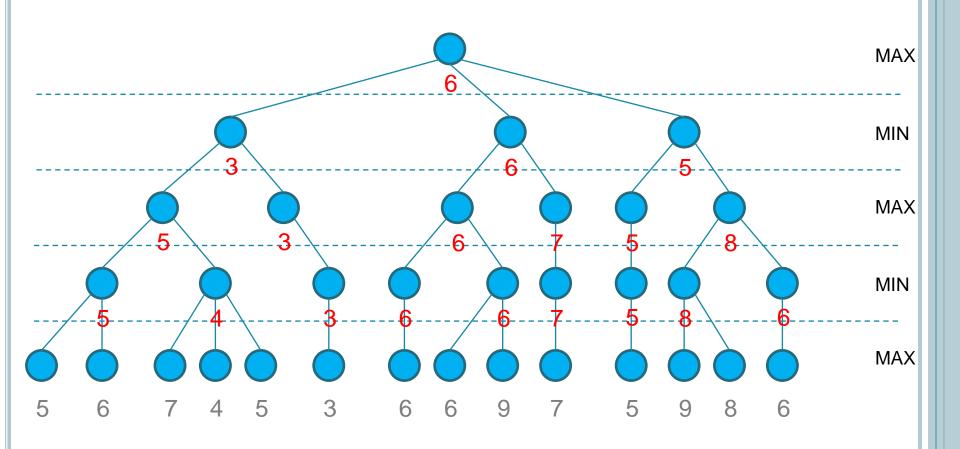
PRIMER 2 (18/18)



SAMOSTOJNO DELO



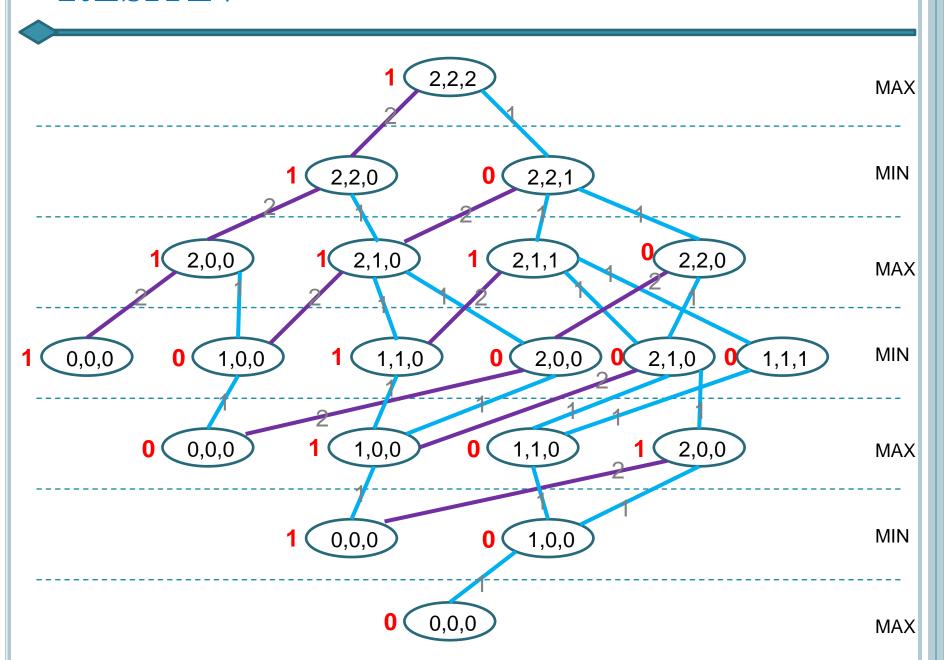
REŠITEV



PRIMER 3

Igralca MIN in MAX igrata igro z naslednjimi pravili. Na mizo položita tri kupčke s po dvema kamenčkoma in izmenoma vlečeta poteze. Igralec na potezi lahko iz enega kupa vzame poljubno število kamenčkov. Zmaga igralec, ki lahko zadnji izvede potezo. Sestavite prostor stanj za to igro in določite MINIMAX vrednost za igralca MAX, ki je prvi na potezi.

REŠITEV



REZANJE ALFA-BETA

Minimaks preišče vsa vozlišča do globine n in ocene propagira navzgor.

Številna poddrevesa so lahko neobetavna, zato jih ni potrebno preiskati.

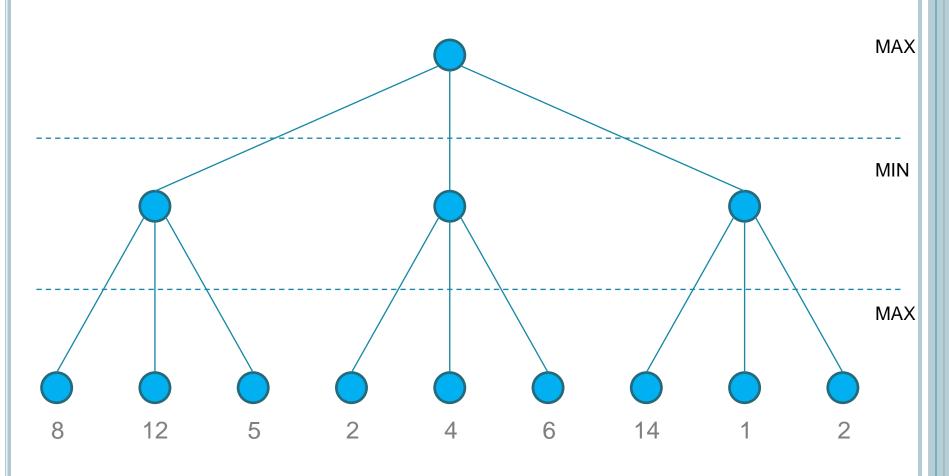
Ideja rezanja αβ:

- preiskujmo v globino,
- za vozlišča MAX naj α predstavlja najboljšo doslej najdeno vrednost,
- za vozlišča MIN naj β predstavlja najslabšo vrednost doslej,
- odrežemo naslednike vozlišča MIN z vrednostjo β ≤ α njegovega predhodnika MAX,
- odrežemo naslednike vozlišča MAX z vrednostjo α ≥ β njegovega predhodnika MIN.

PRIMER (1/20)

Podan je hipotetični prostor stanj.

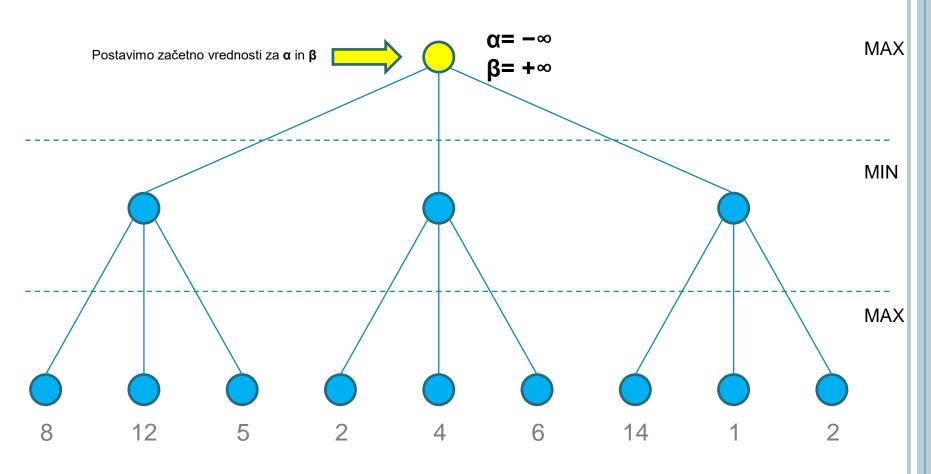
Ažurirajte vrednosti stanj z minimaksom in $\alpha\beta$ -rezanjem.



PRIMER (2/20)

Podan je hipotetični prostor stanj.

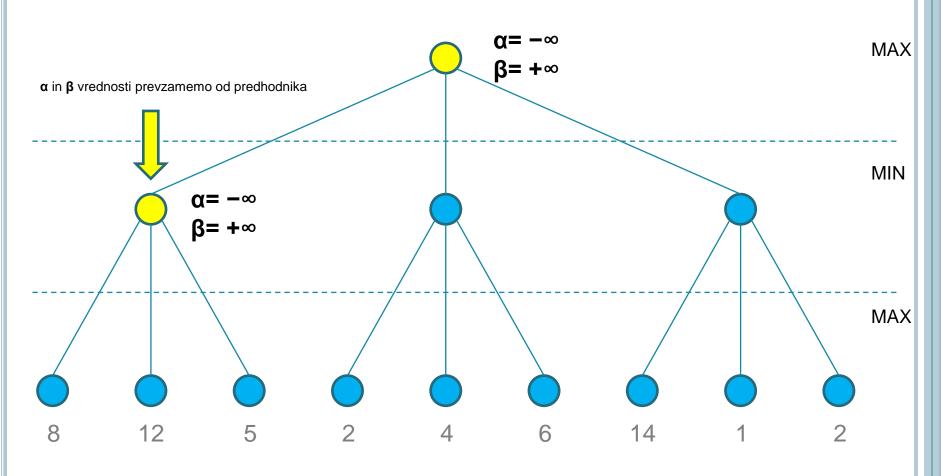
Ažurirajte vrednosti stanj z minimaksom in αβ-rezanjem.



PRIMER (3/20)

Podan je hipotetični prostor stanj.

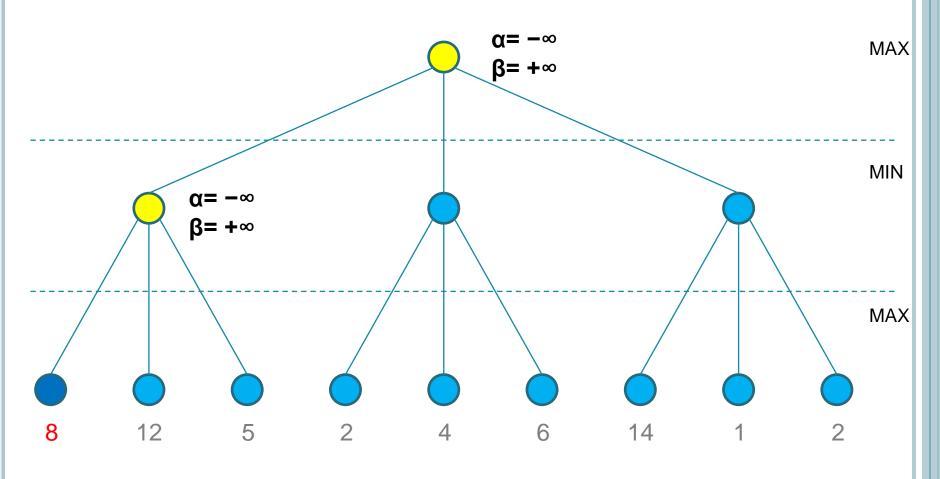
Ažurirajte vrednosti stanj z minimaksom in αβ-rezanjem.



PRIMER (4/20)

Podan je hipotetični prostor stanj.

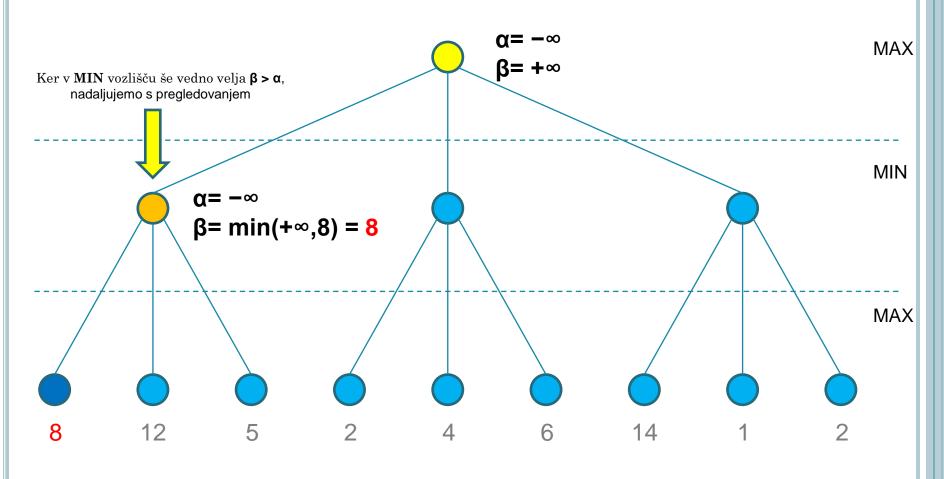
Ažurirajte vrednosti stanj z minimaksom in $\alpha\beta$ -rezanjem.



PRIMER (5/20)

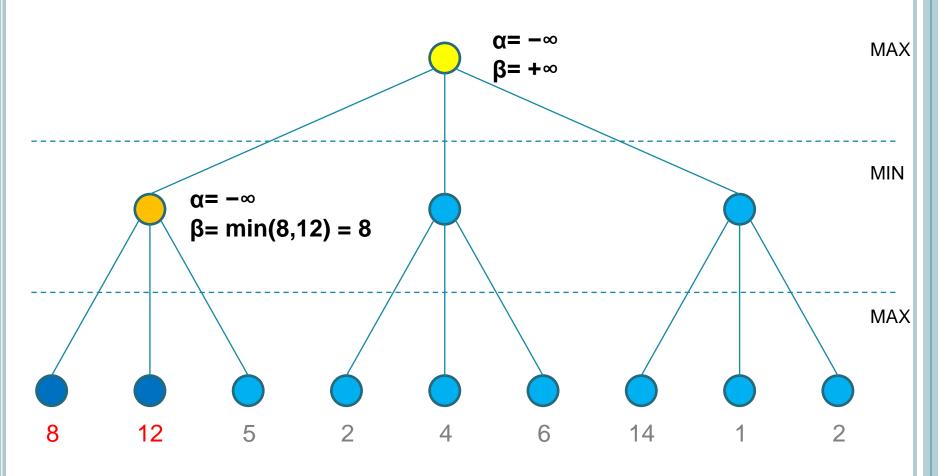
Podan je hipotetični prostor stanj.

Ažurirajte vrednosti stanj z minimaksom in $\alpha\beta$ -rezanjem.



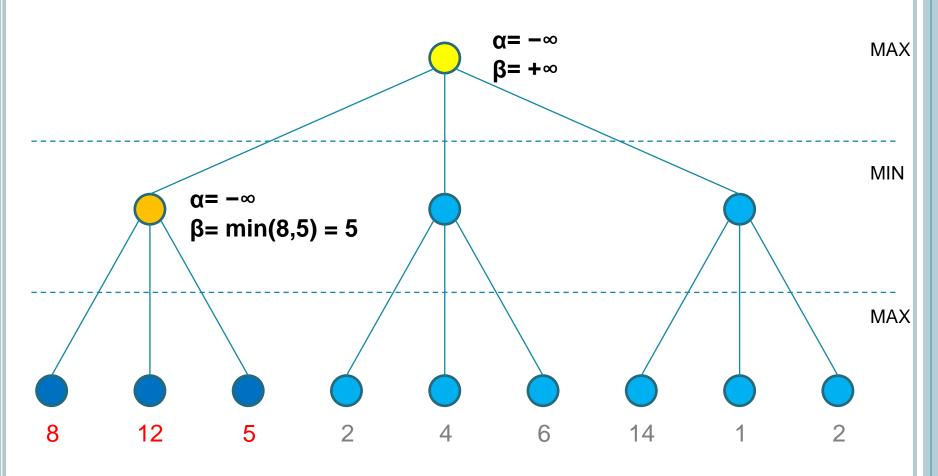
PRIMER (6/20)

Podan je hipotetični prostor stanj.



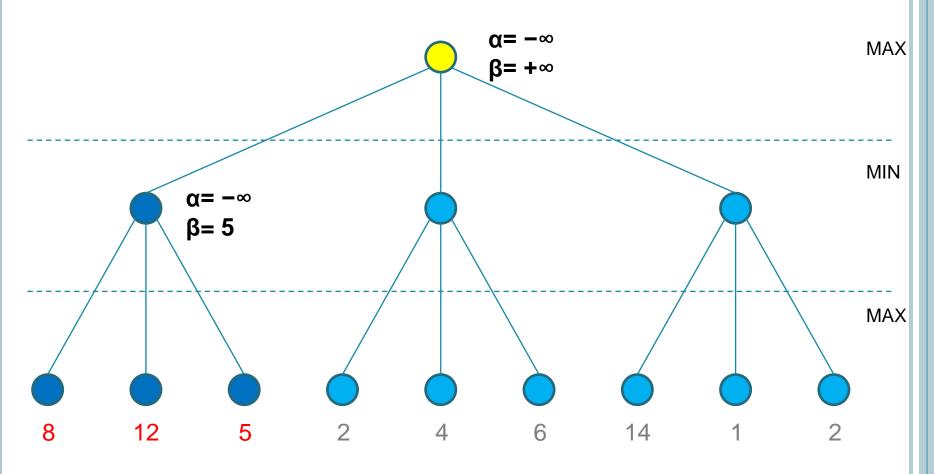
PRIMER (7/20)

Podan je hipotetični prostor stanj.



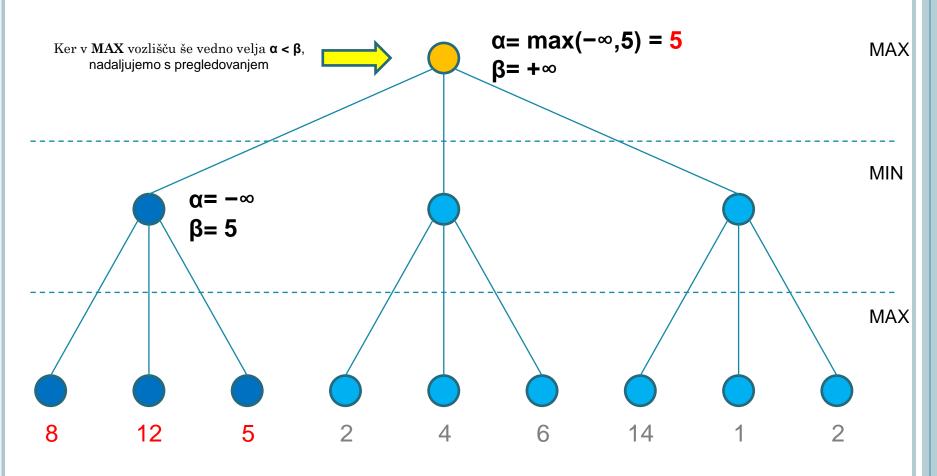
PRIMER (8/20)

Podan je hipotetični prostor stanj.



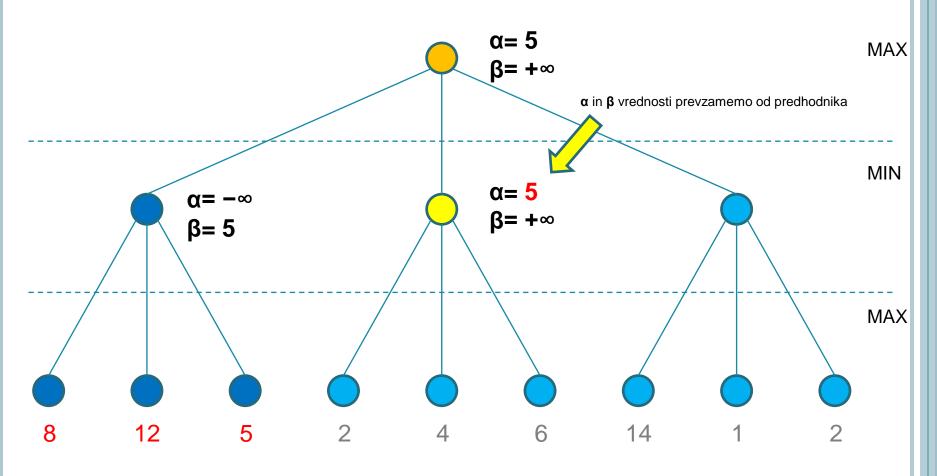
PRIMER (9/20)

Podan je hipotetični prostor stanj.



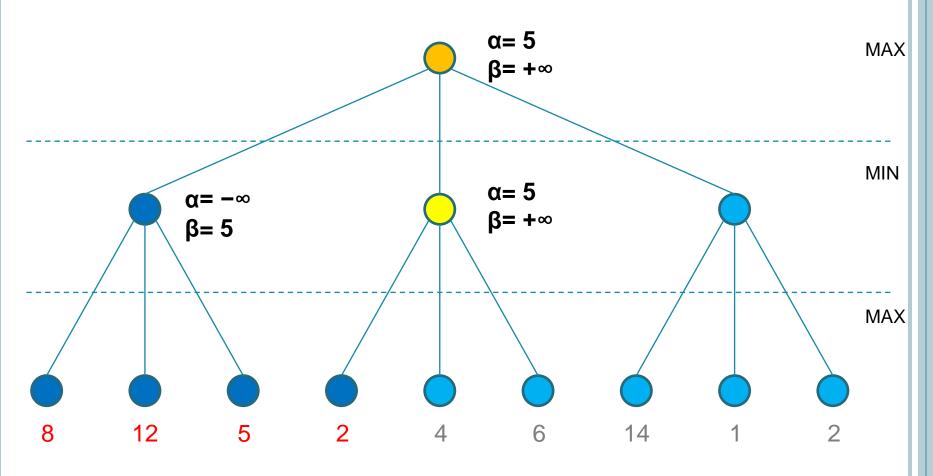
PRIMER (10/20)

Podan je hipotetični prostor stanj.



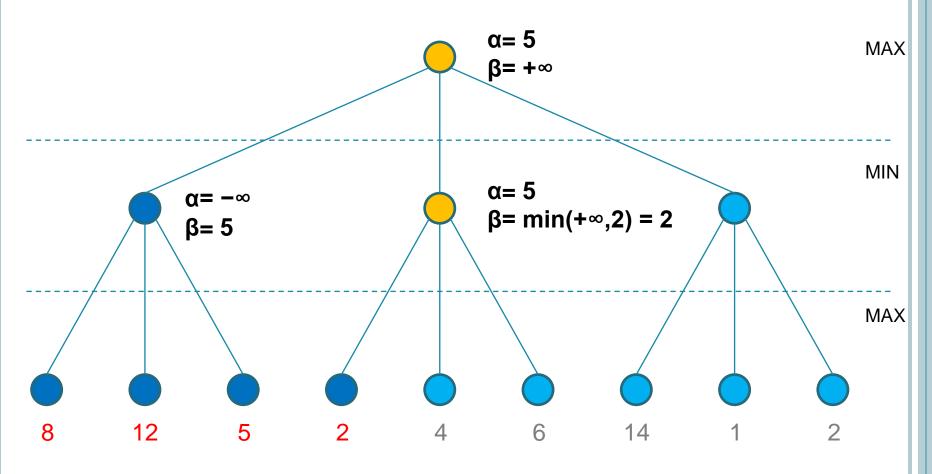
PRIMER (11/20)

Podan je hipotetični prostor stanj.



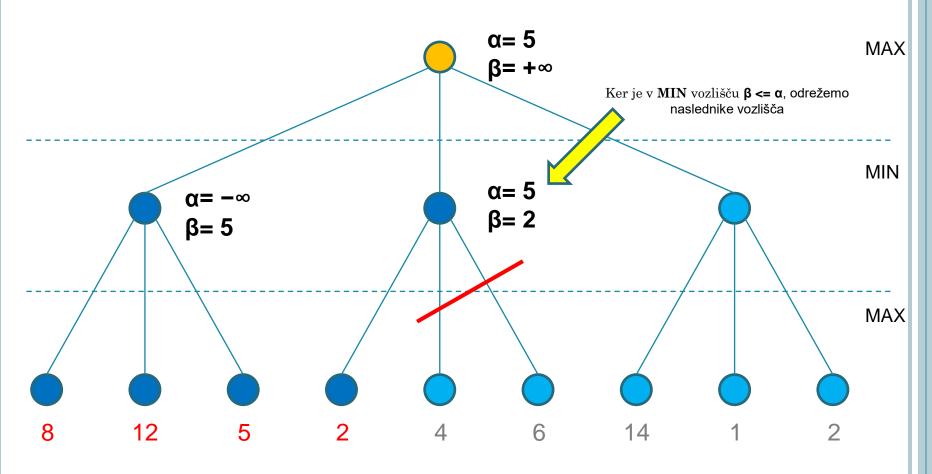
PRIMER (12/20)

Podan je hipotetični prostor stanj.



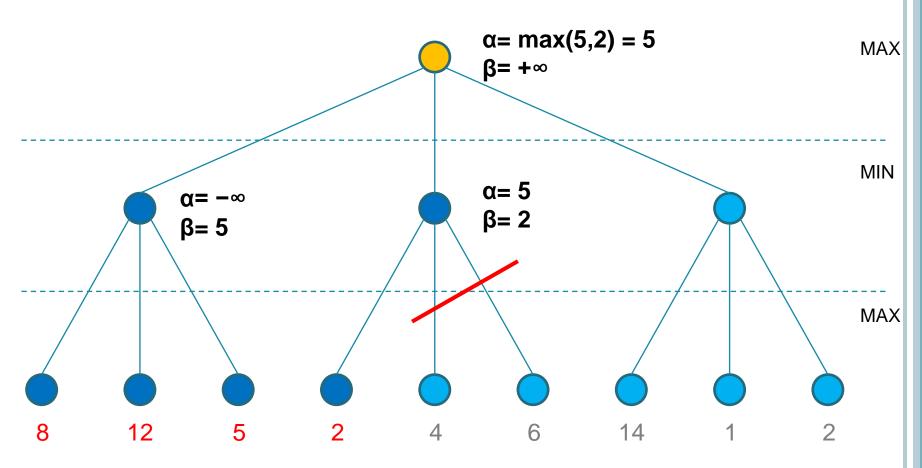
PRIMER (13/20)

Podan je hipotetični prostor stanj.



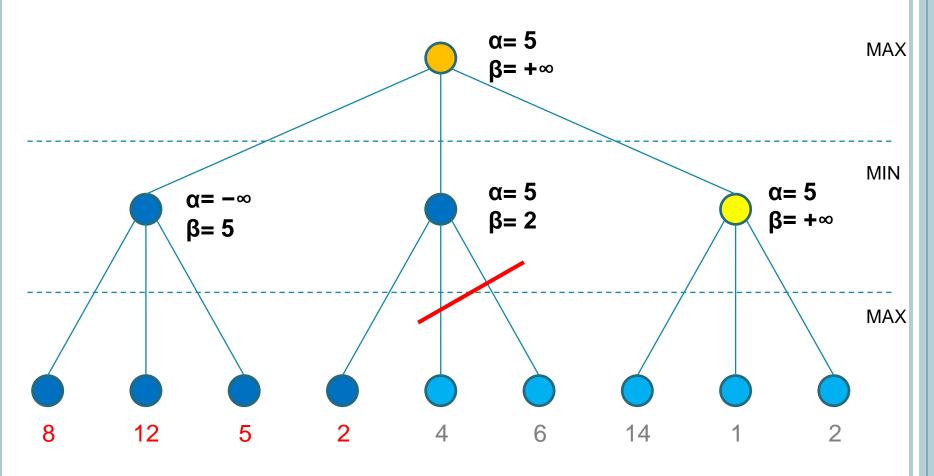
PRIMER (14/20)

Podan je hipotetični prostor stanj.



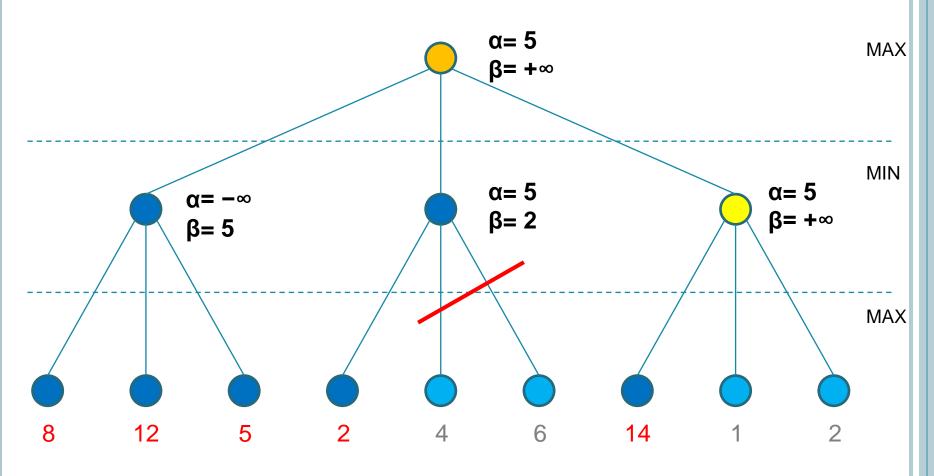
PRIMER (15/20)

Podan je hipotetični prostor stanj.



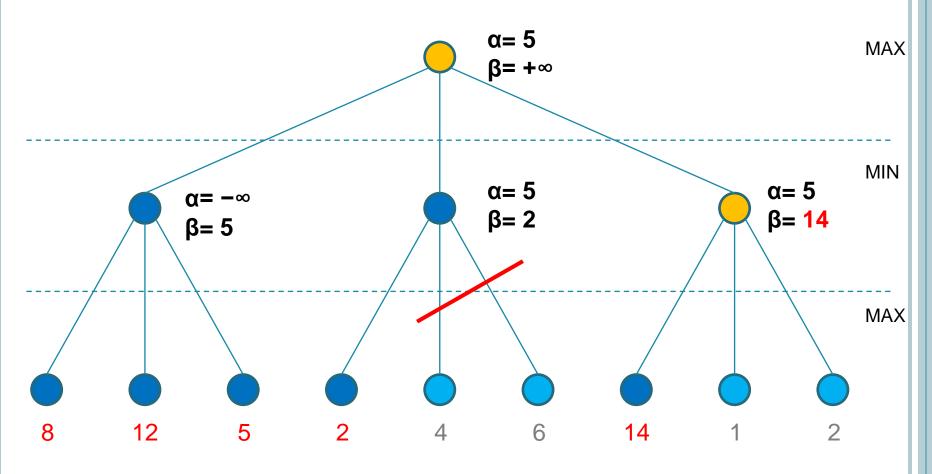
PRIMER (16/20)

Podan je hipotetični prostor stanj.



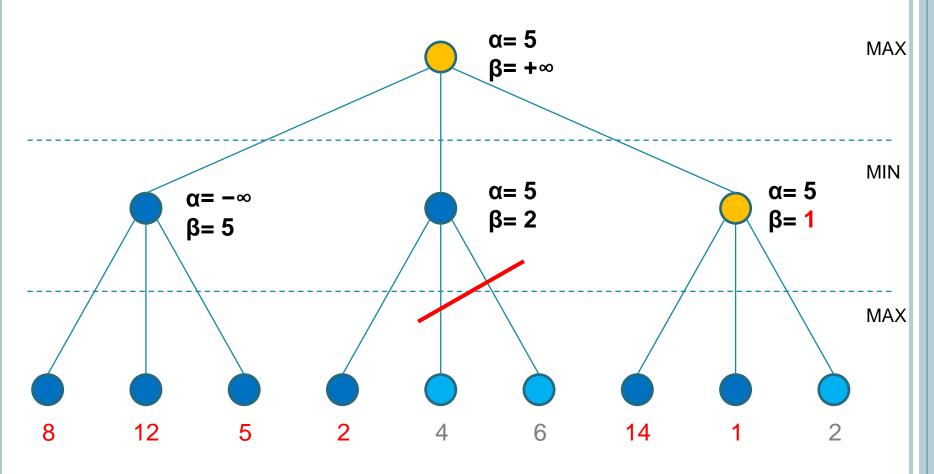
PRIMER (17/20)

Podan je hipotetični prostor stanj.



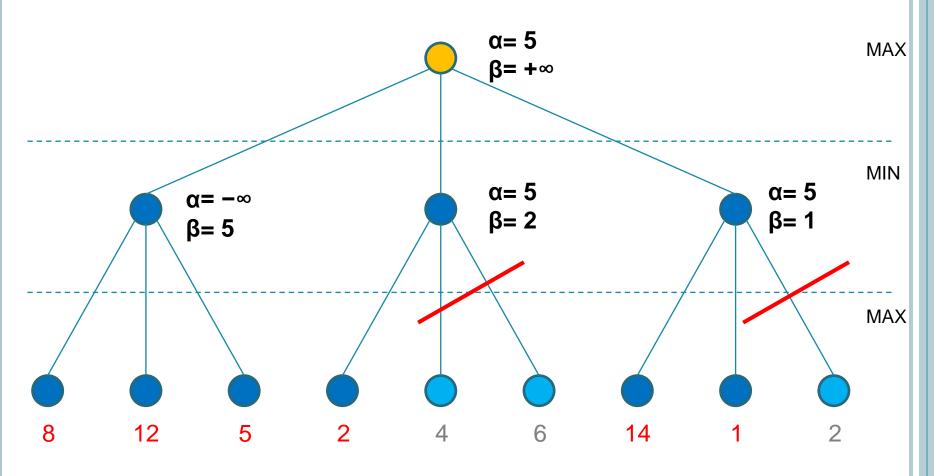
PRIMER (18/20)

Podan je hipotetični prostor stanj.



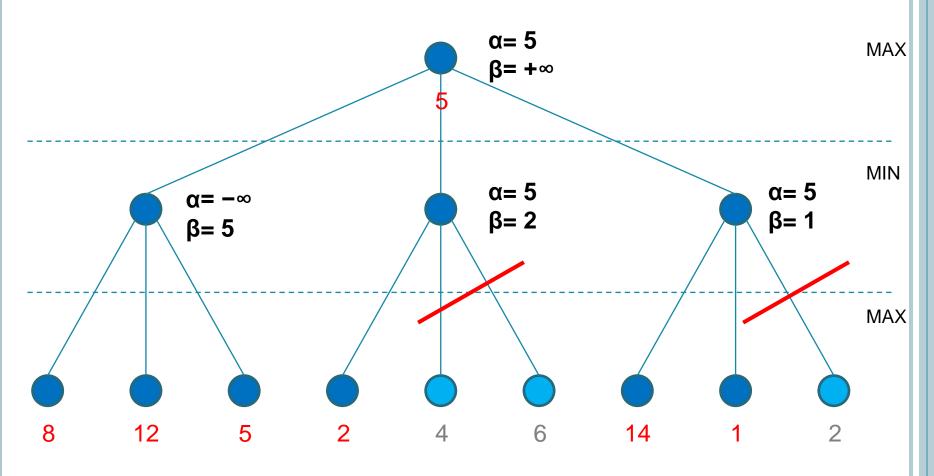
PRIMER (19/20)

Podan je hipotetični prostor stanj.



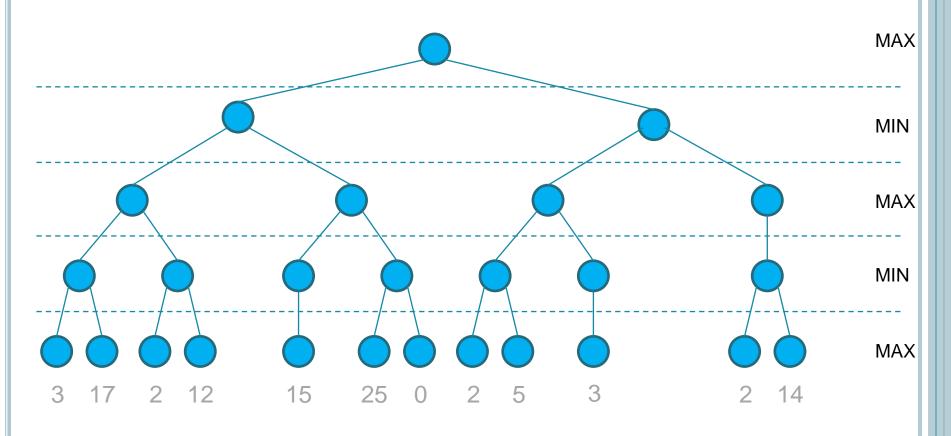
PRIMER (20/20)

Podan je hipotetični prostor stanj.



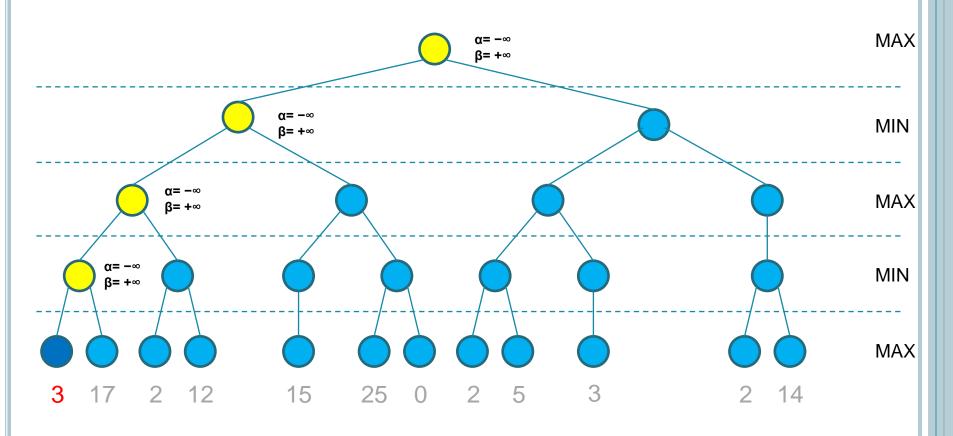
PRIMER 2 (1/34)

Podan je hipotetični prostor stanj.



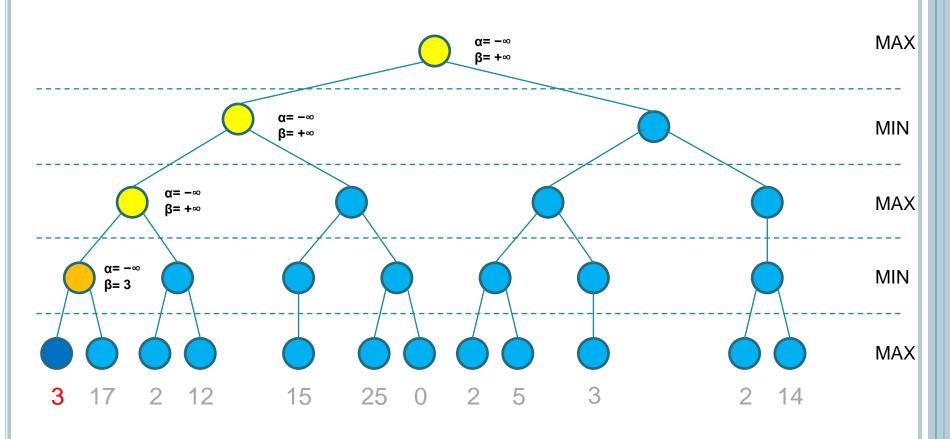
PRIMER 2 (2/34)

Podan je hipotetični prostor stanj.



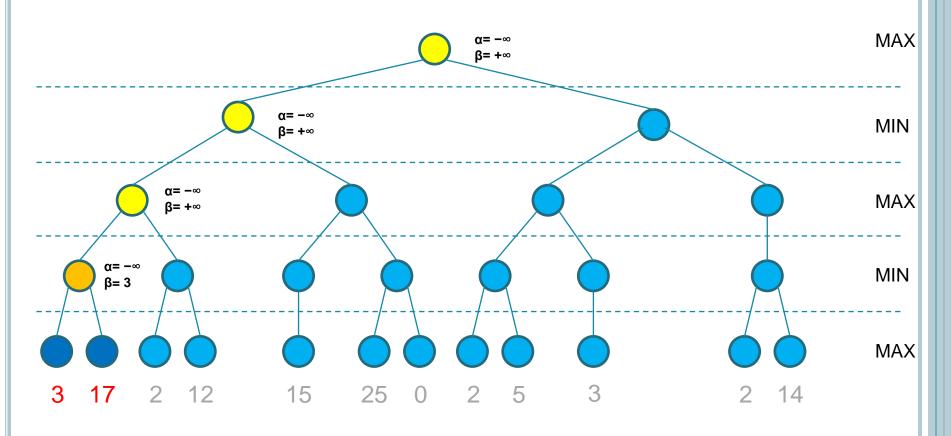
PRIMER 2 (3/34)

Podan je hipotetični prostor stanj.



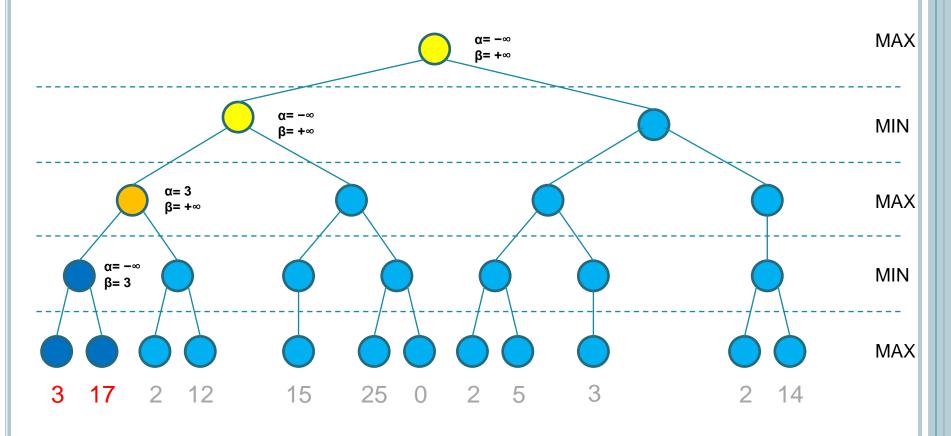
PRIMER 2 (4/34)

Podan je hipotetični prostor stanj.



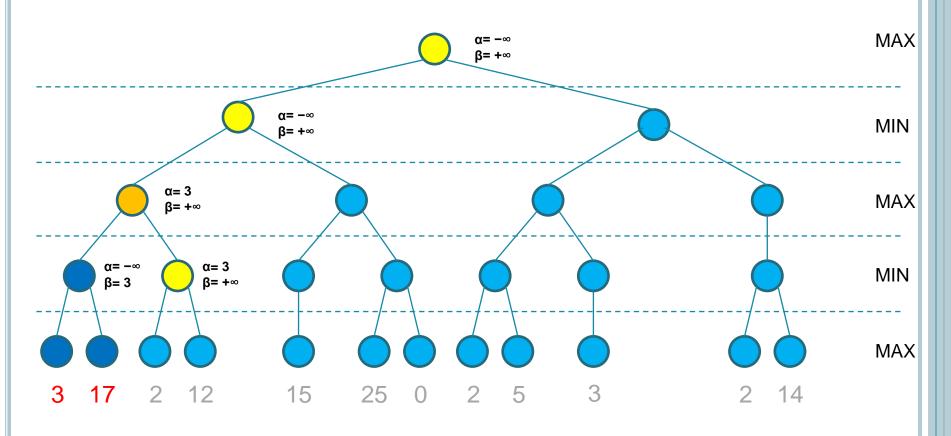
PRIMER 2 (5/34)

Podan je hipotetični prostor stanj.



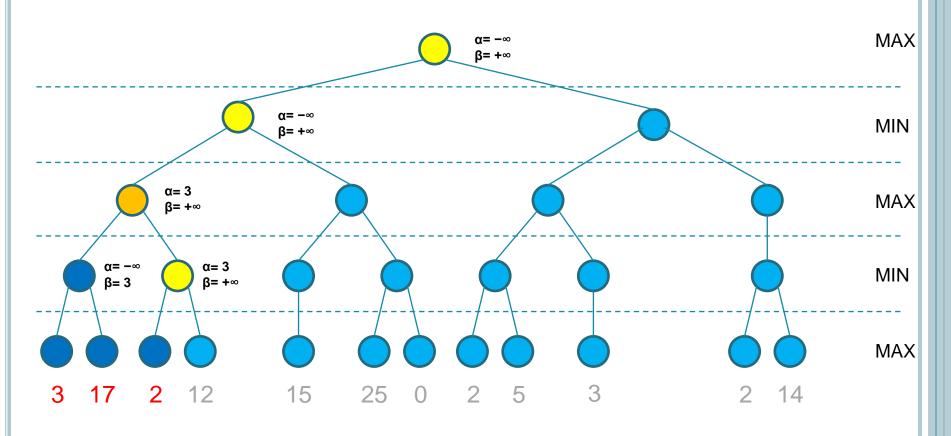
PRIMER 2 (6/34)

Podan je hipotetični prostor stanj.



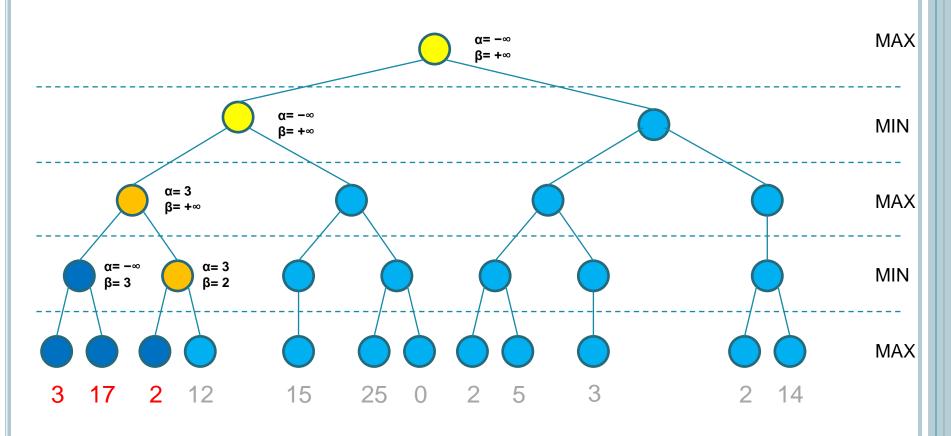
PRIMER 2 (7/34)

Podan je hipotetični prostor stanj.



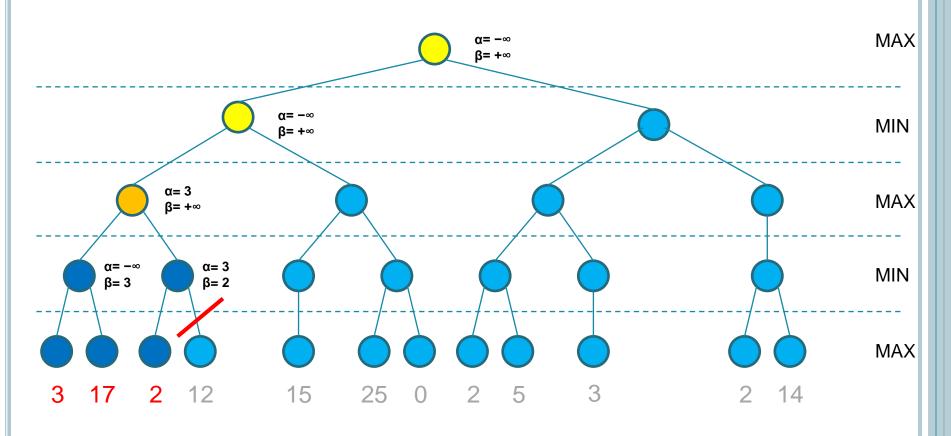
PRIMER 2 (8/34)

Podan je hipotetični prostor stanj.



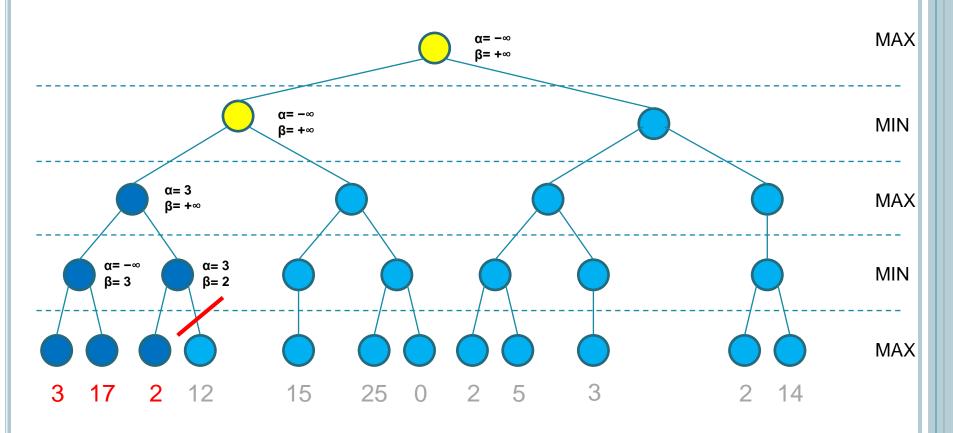
PRIMER 2 (9/34)

Podan je hipotetični prostor stanj.



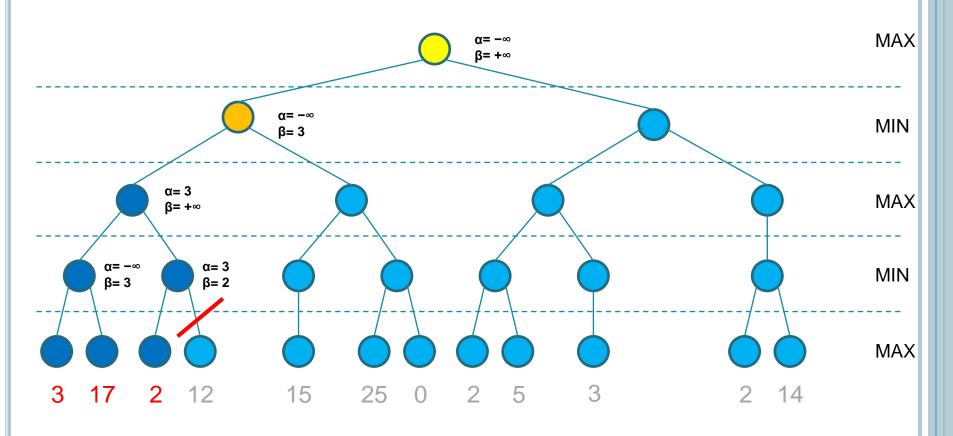
PRIMER 2 (10/34)

Podan je hipotetični prostor stanj.



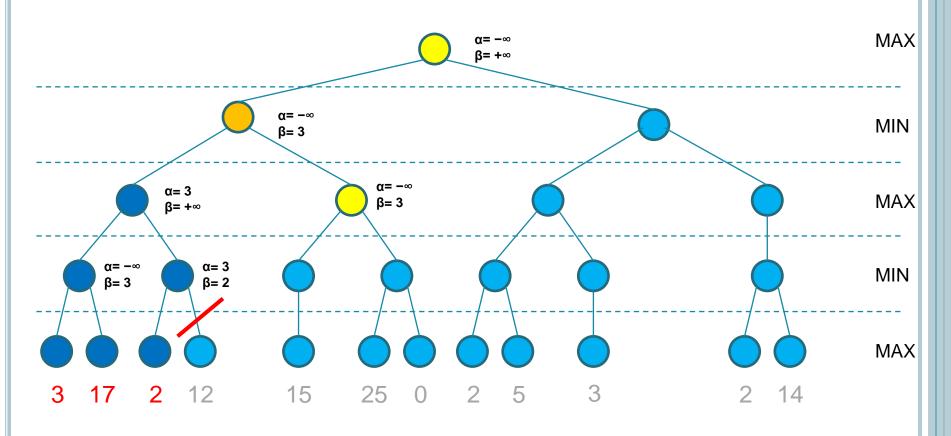
PRIMER 2 (11/34)

Podan je hipotetični prostor stanj.



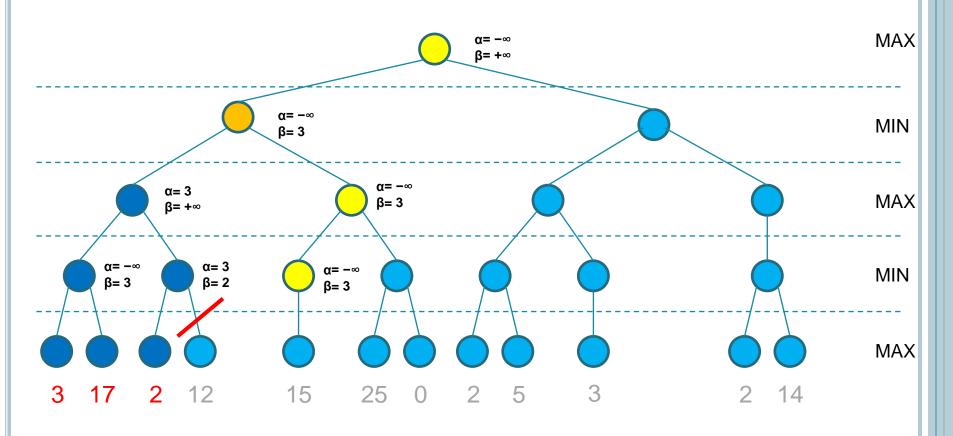
PRIMER 2 (12/34)

Podan je hipotetični prostor stanj.



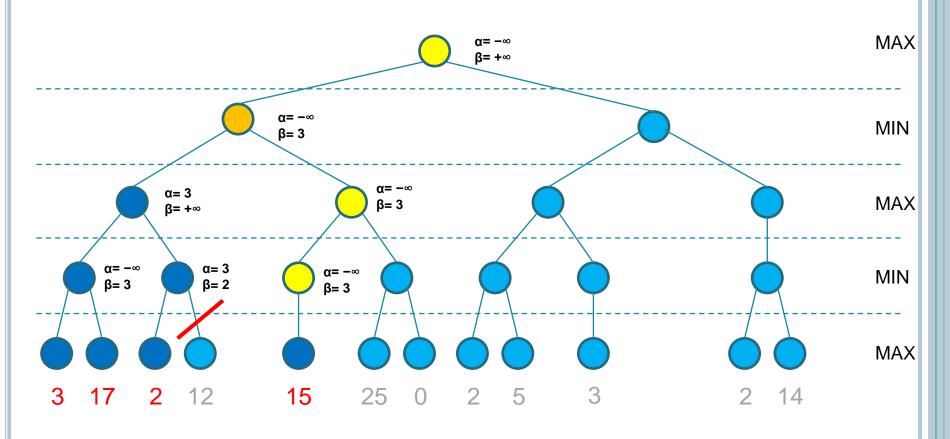
PRIMER 2 (13/34)

Podan je hipotetični prostor stanj.



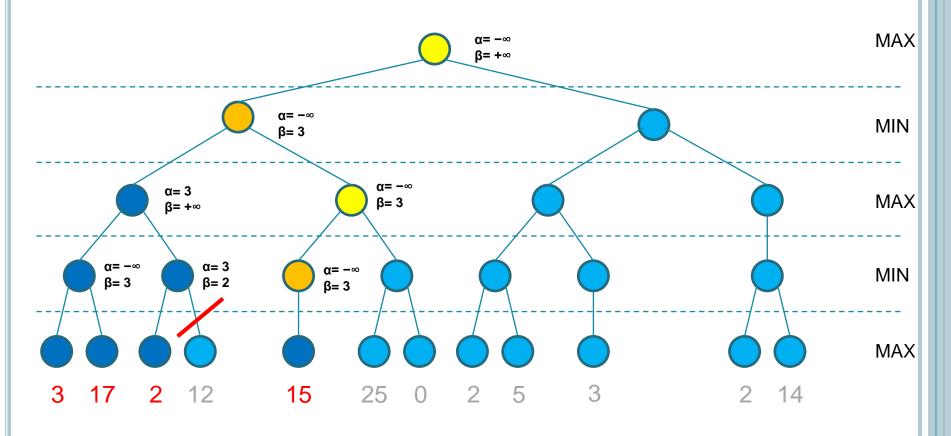
PRIMER 2 (14/34)

Podan je hipotetični prostor stanj.



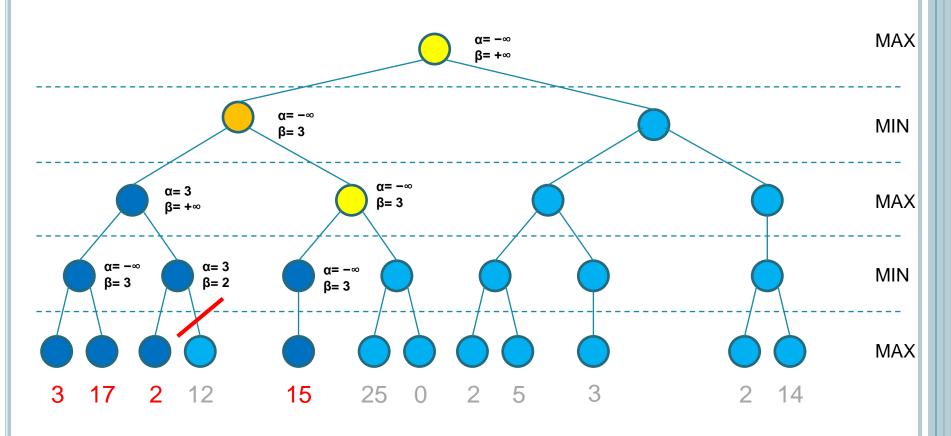
PRIMER 2 (15/34)

Podan je hipotetični prostor stanj.



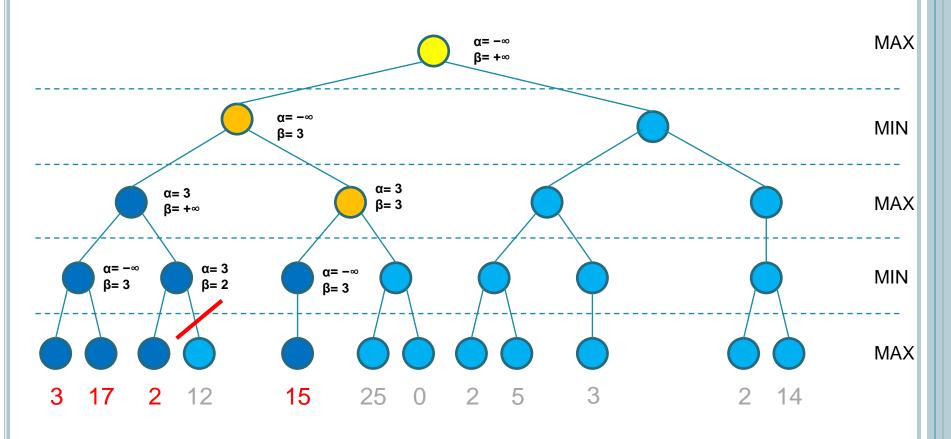
PRIMER 2 (16/34)

Podan je hipotetični prostor stanj.



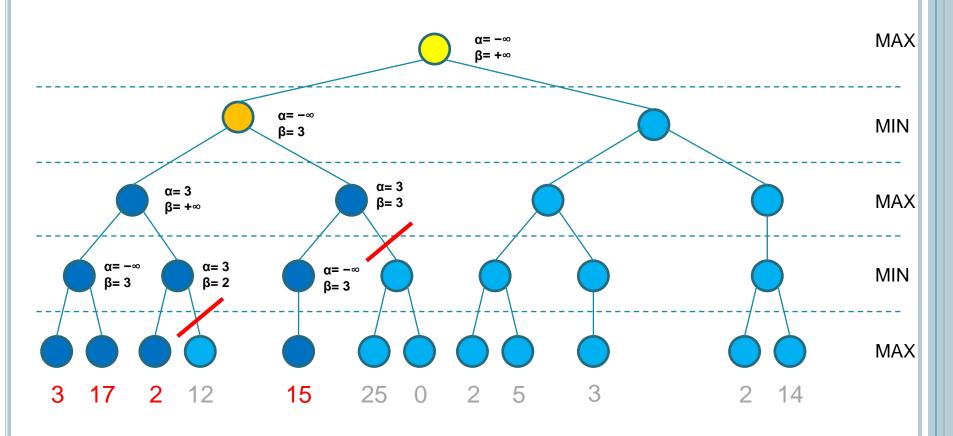
PRIMER 2 (17/34)

Podan je hipotetični prostor stanj.



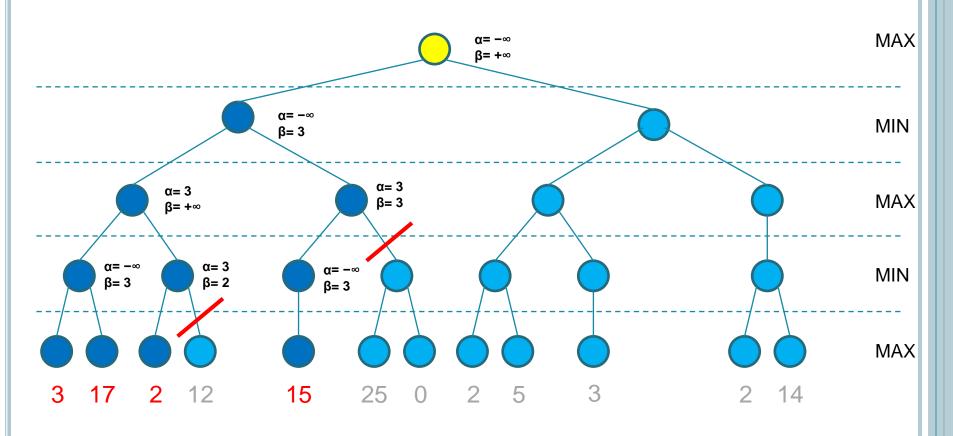
PRIMER 2 (18/34)

Podan je hipotetični prostor stanj.



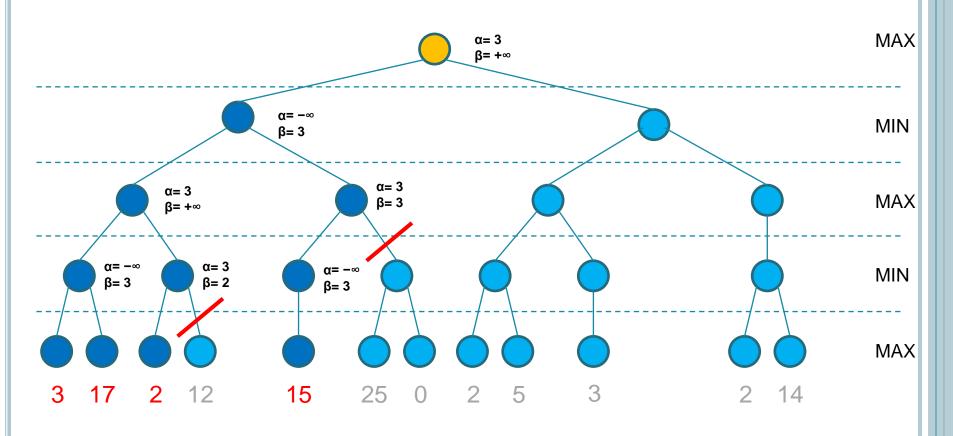
PRIMER 2 (19/34)

Podan je hipotetični prostor stanj.



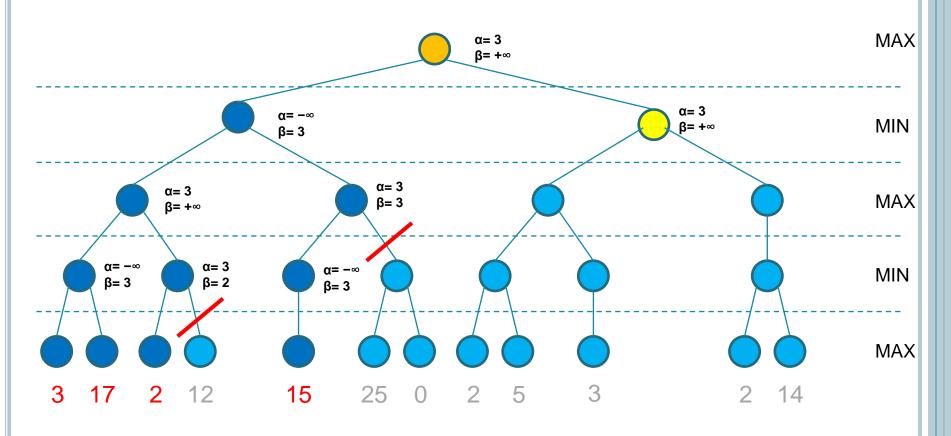
PRIMER 2 (20/34)

Podan je hipotetični prostor stanj.



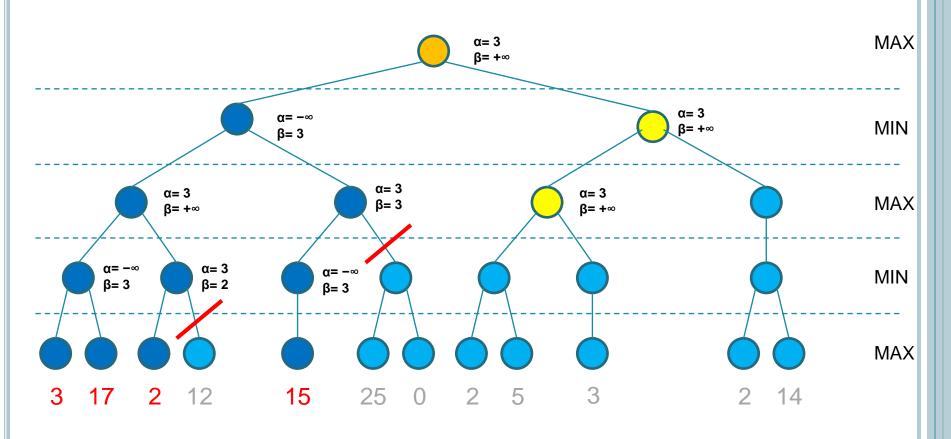
PRIMER 2 (21/34)

Podan je hipotetični prostor stanj.



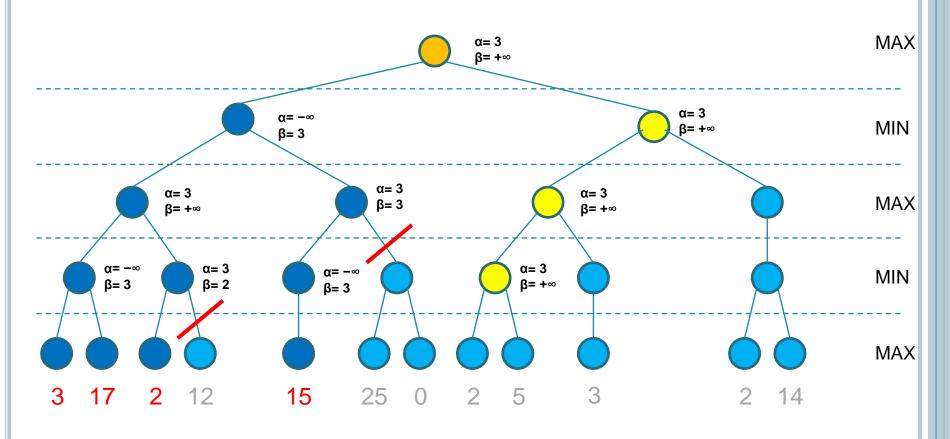
PRIMER 2 (22/34)

Podan je hipotetični prostor stanj.



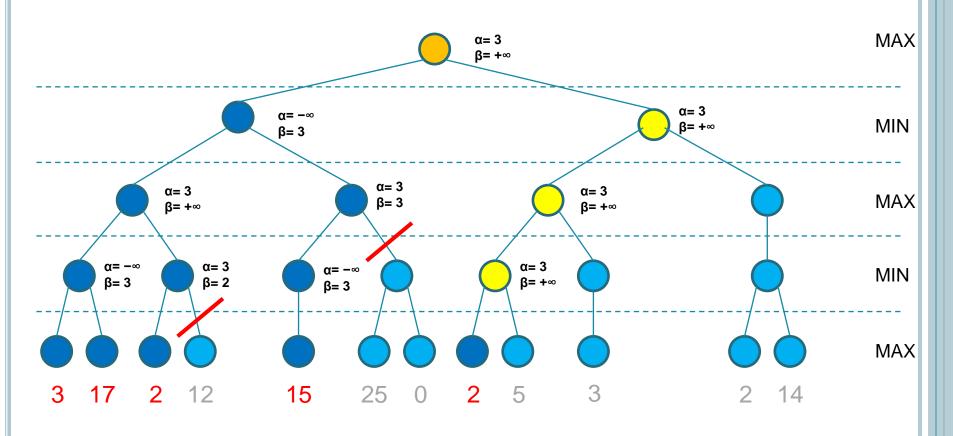
PRIMER 2 (23/34)

Podan je hipotetični prostor stanj.



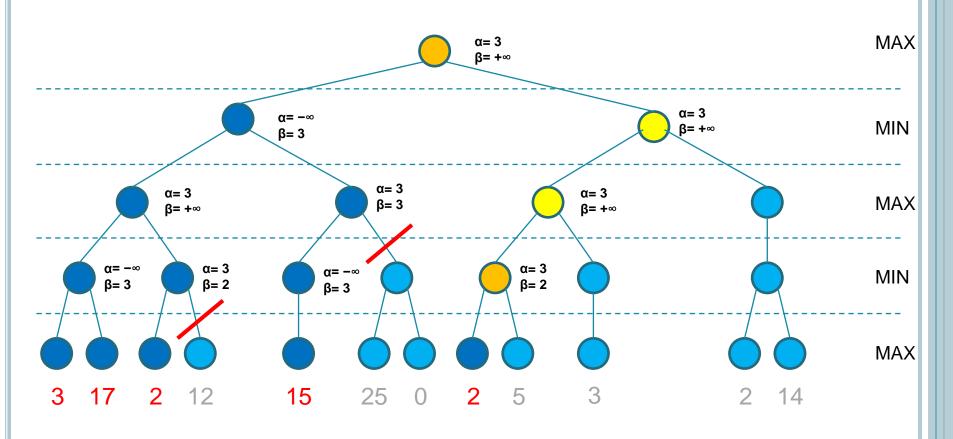
PRIMER 2 (24/34)

Podan je hipotetični prostor stanj.



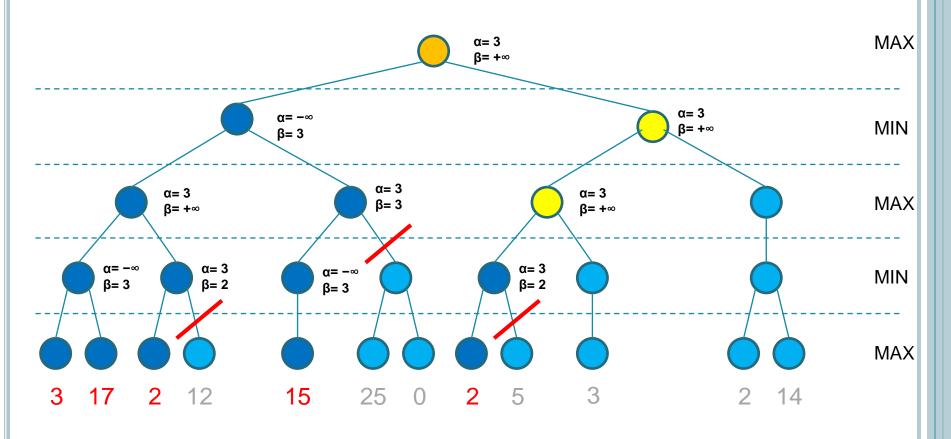
PRIMER 2 (25/34)

Podan je hipotetični prostor stanj.



PRIMER 2 (26/34)

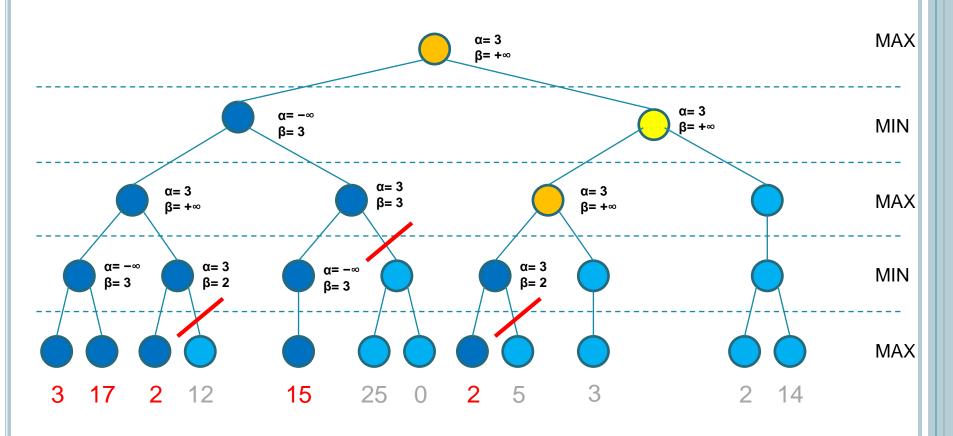
Podan je hipotetični prostor stanj.



PRIMER 2 (27/34)

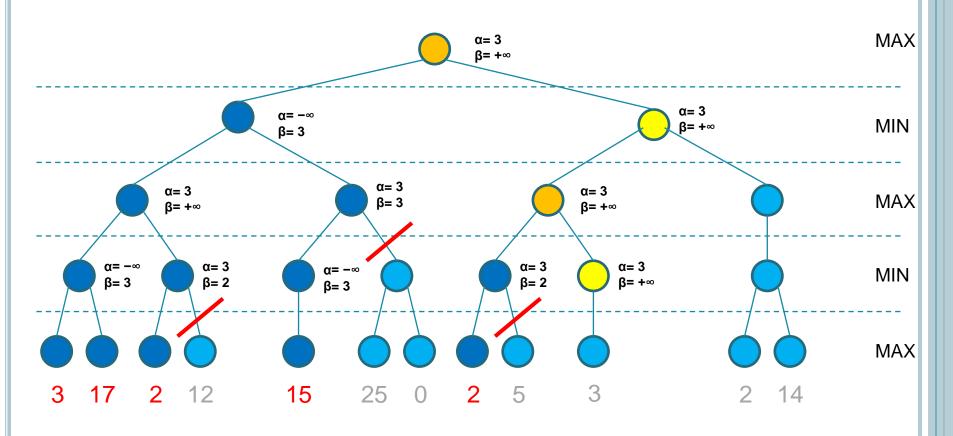
Podan je hipotetični prostor stanj.

Ažurirajte vrednosti stanj z minimaksom in αβ-rezanjem.



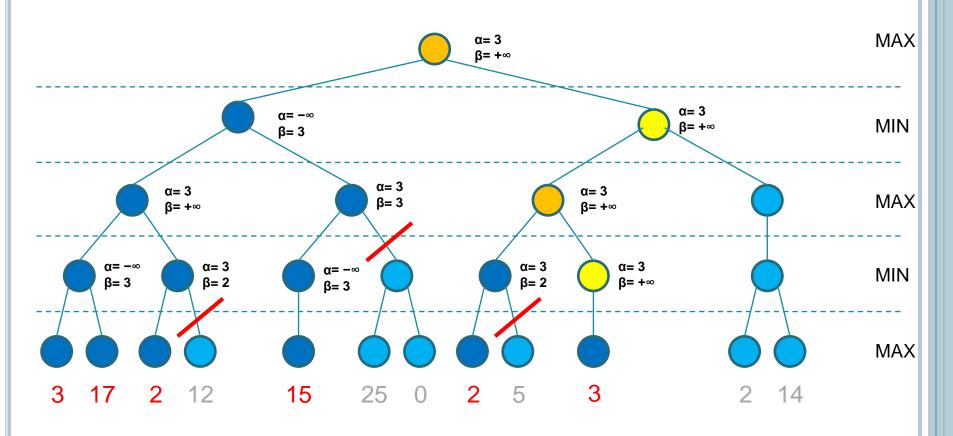
PRIMER 2 (28/34)

Podan je hipotetični prostor stanj.



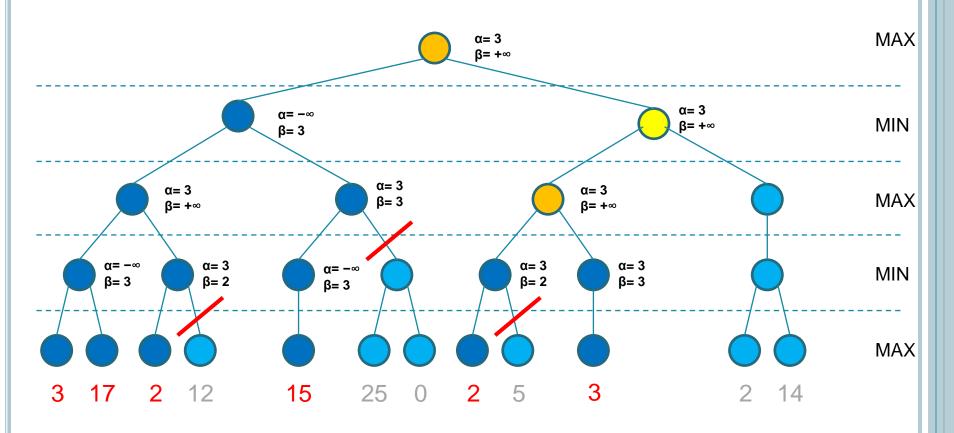
PRIMER 2 (29/34)

Podan je hipotetični prostor stanj.



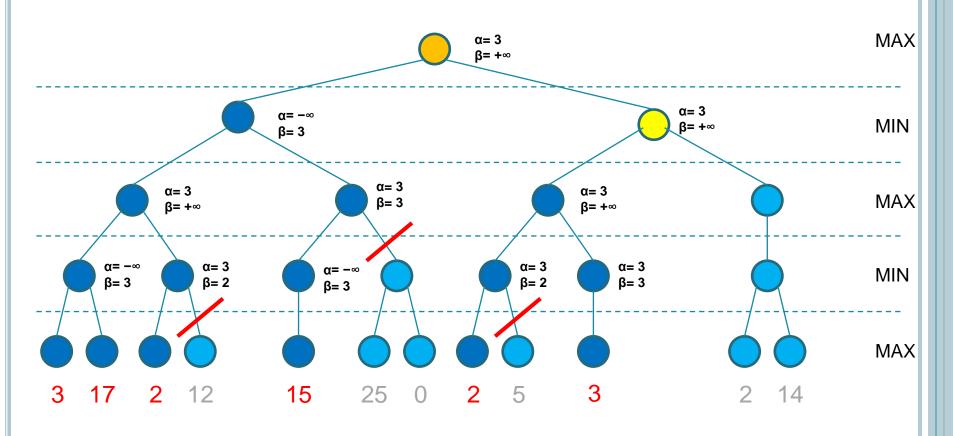
PRIMER 2 (30/34)

Podan je hipotetični prostor stanj.



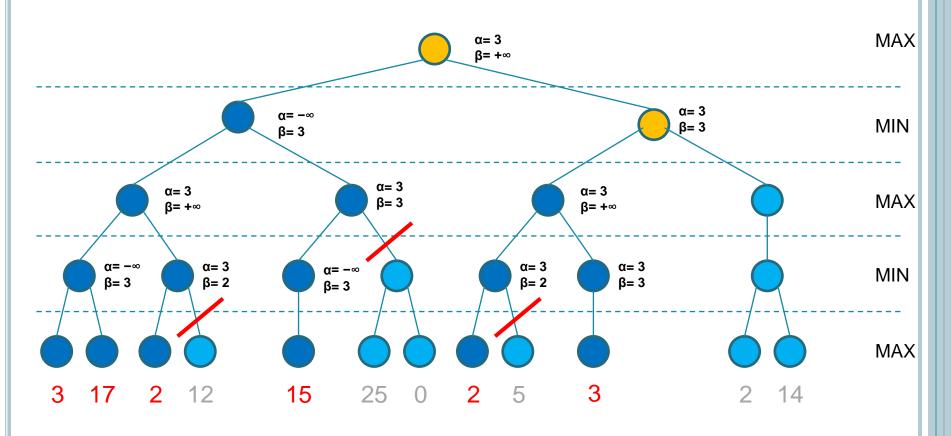
PRIMER 2 (31/34)

Podan je hipotetični prostor stanj.



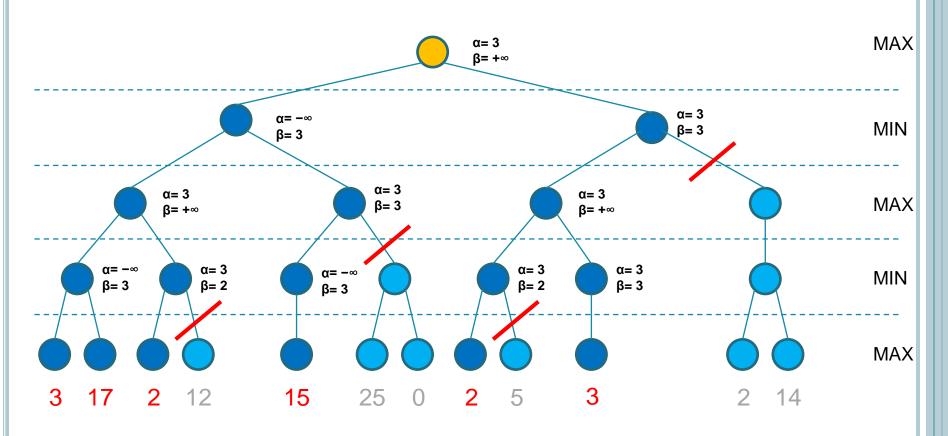
PRIMER 2 (32/34)

Podan je hipotetični prostor stanj.



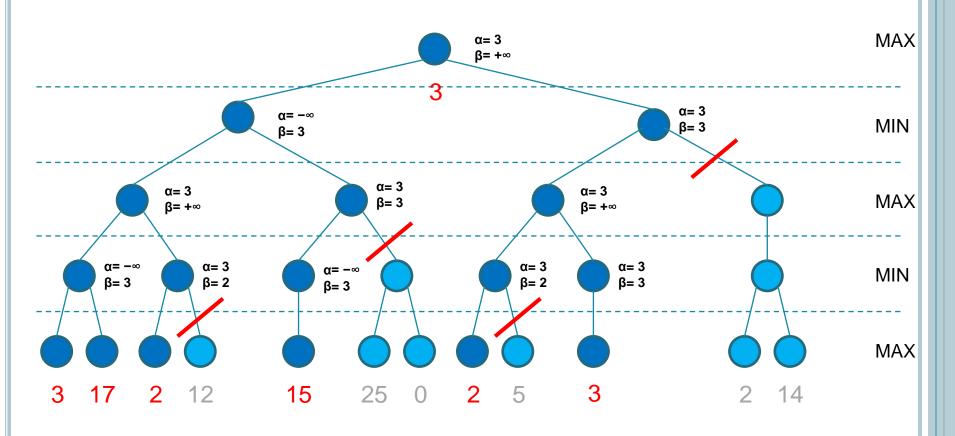
PRIMER 2 (33/34)

Podan je hipotetični prostor stanj.



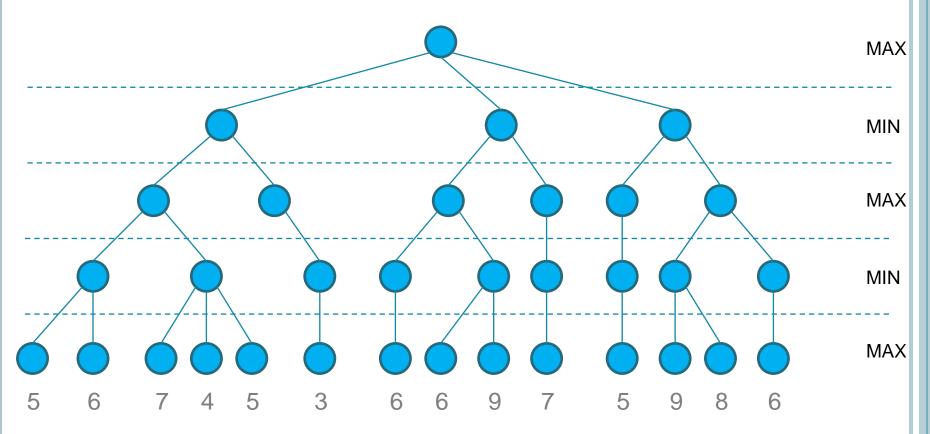
PRIMER 2 (34/34)

Podan je hipotetični prostor stanj.



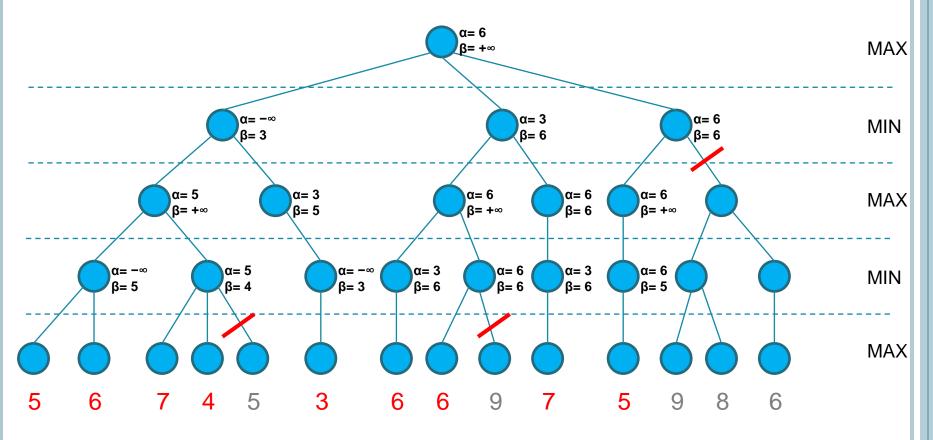
SAMOSTOJNO DELO

Podan je hipotetični prostor stanj.



REŠITEV

Podan je hipotetični prostor stanj.



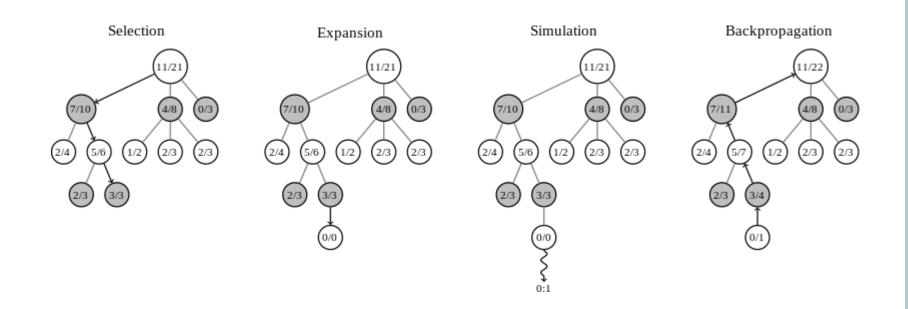
Drevesno preiskovanje Monte Carlo

- za velike prostore stanj so izčrpne metode neuporabne
- ocene kakovosti stanj je včasih težko določiti, potrebno je razviti teorijo za vsako igro posebej
- Monte Carlo Tree Search (MCTS) predstavi preiskovalni prostor z drevesom
- ocenjevalna hevristika ni potrebna: ocena stanja na podlagi vzorčenja
- MCTS dokazano konvergira v minimax, ko gre število simulacij v neskončnost

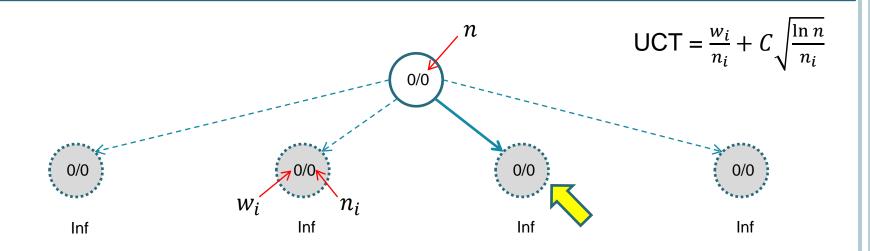
Drevesno preiskovanje Monte Carlo

Koraki:

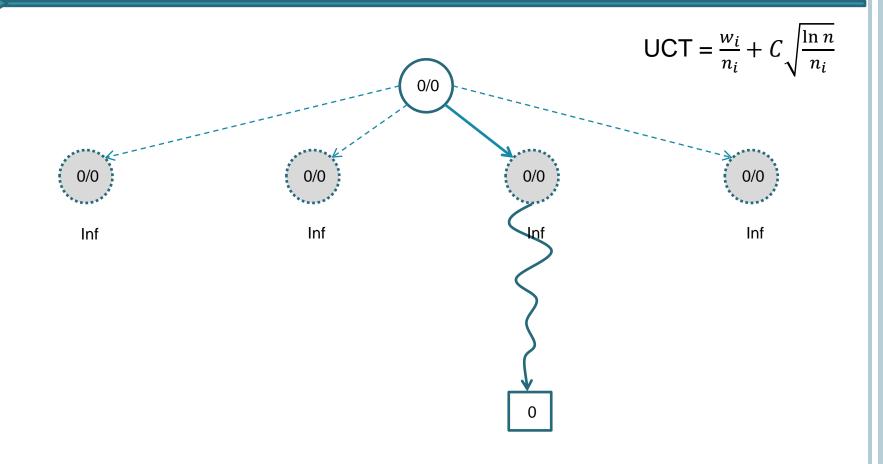
- simuliraj naključne poteze, dokler se igra ne konča (dokler ne pridemo do lista drevesa)
- propagiraj odločitev proti korenu
- ponavljaj postopek
- izberi vozlišče (potezo) glede na delež uspešnih iger



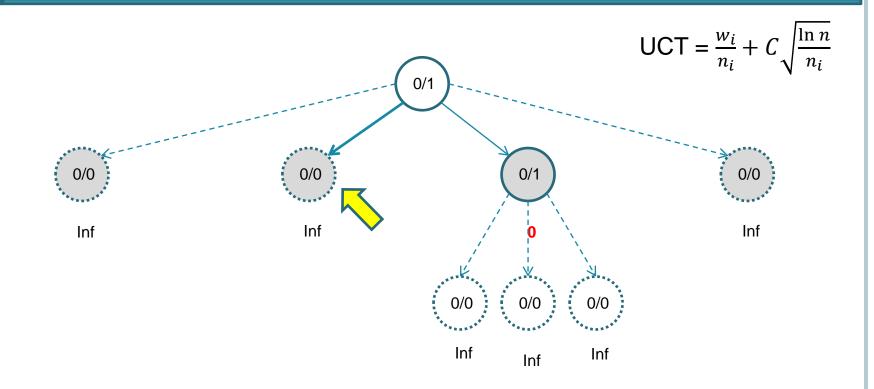
PRIMER (1/15)



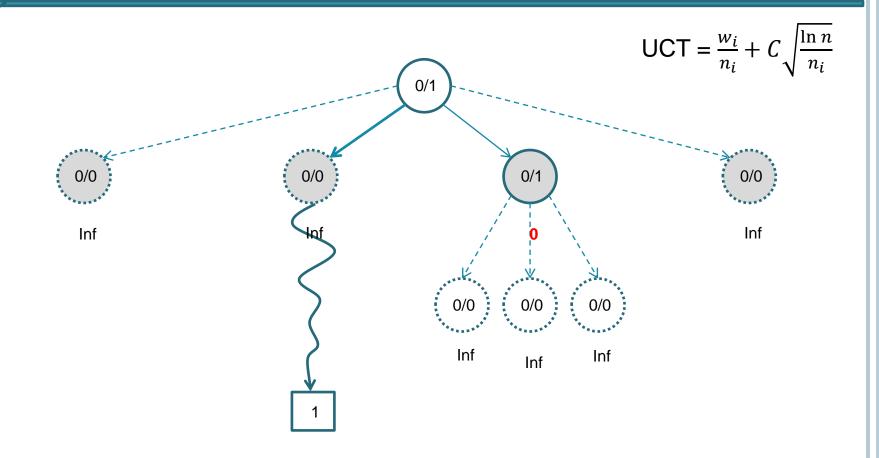
PRIMER (2/15)



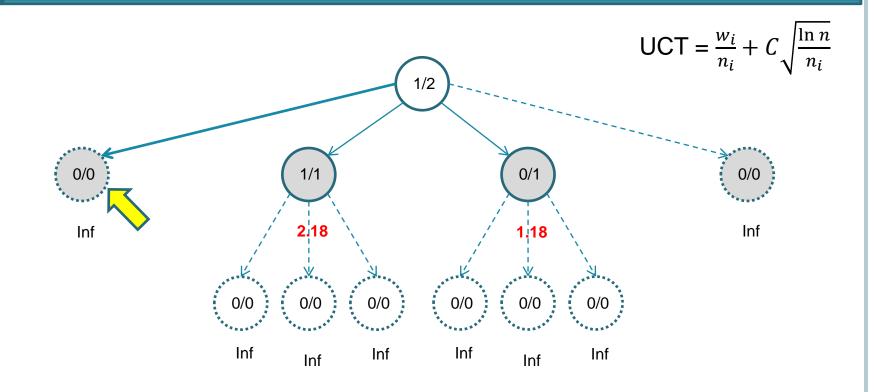
PRIMER (3/15)



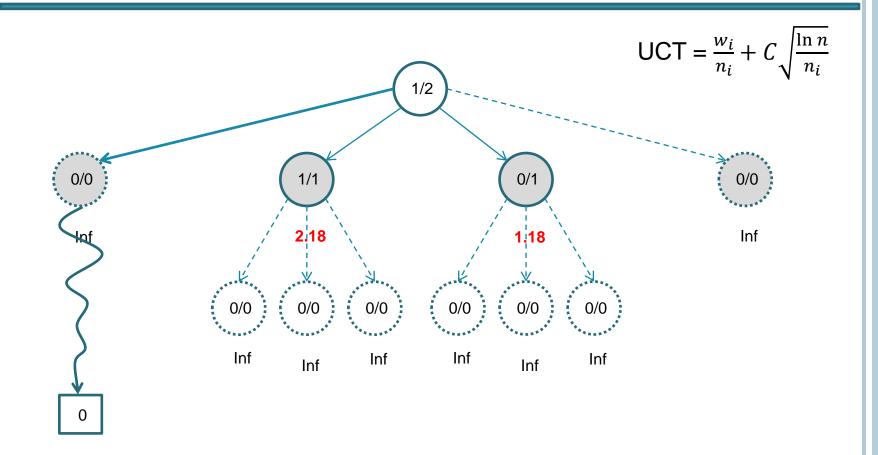
PRIMER (4/15)



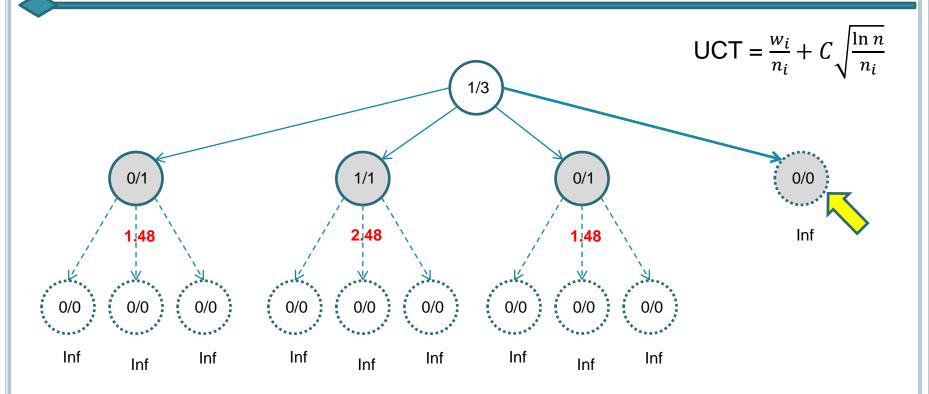
PRIMER (5/15)



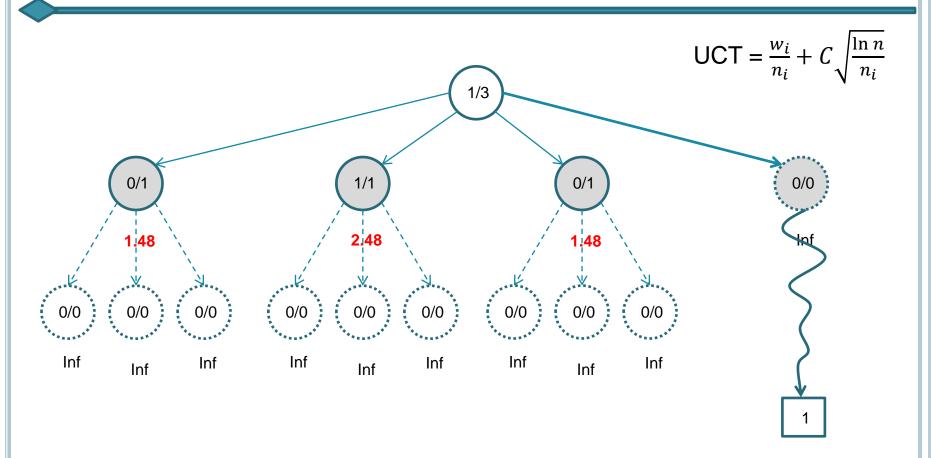
PRIMER (6/15)



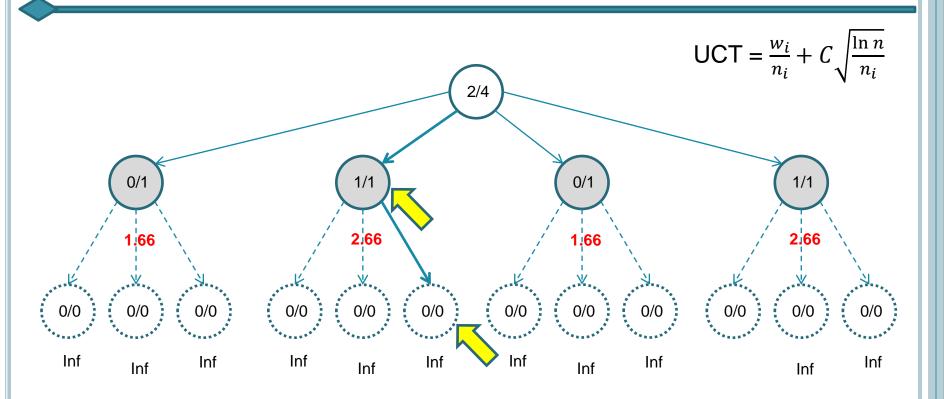
PRIMER (7/15)



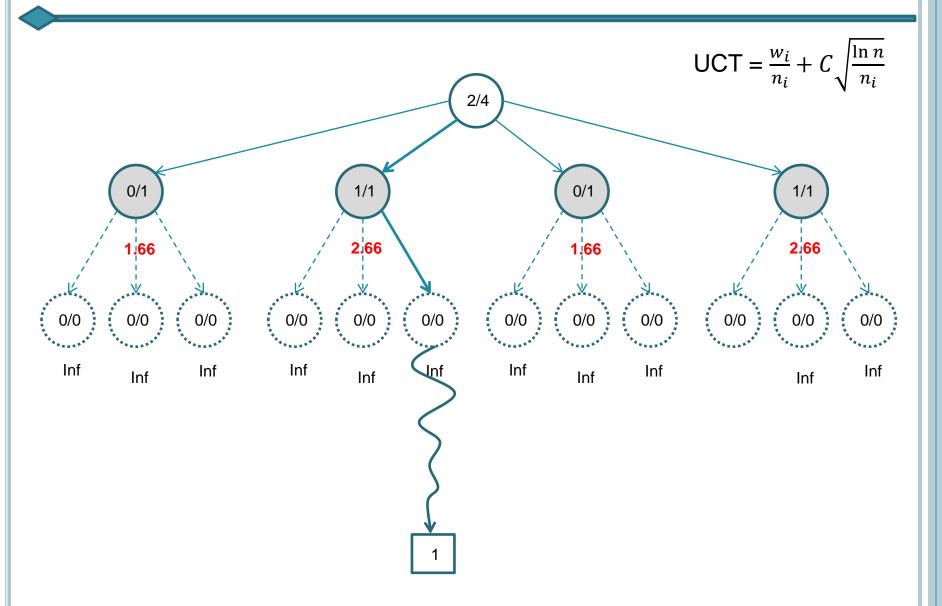
PRIMER (8/15)



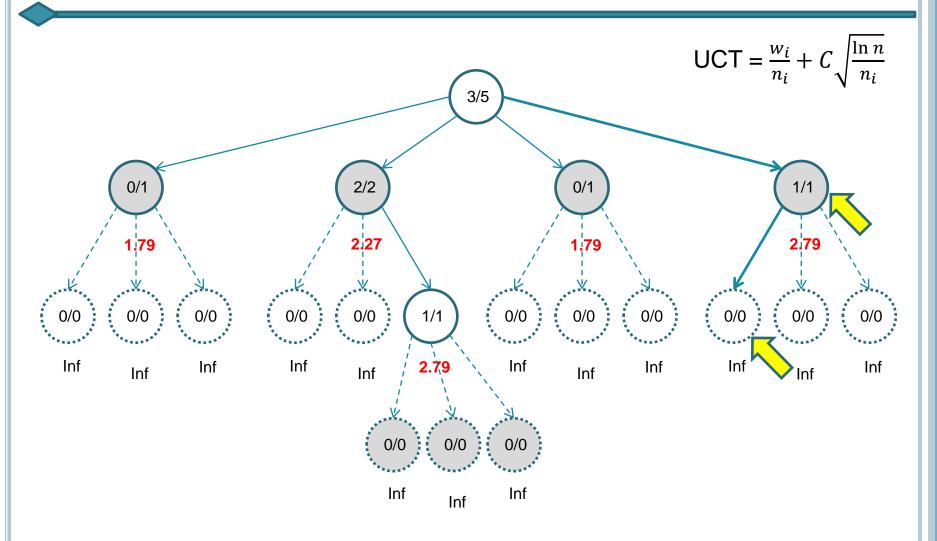
PRIMER (9/15)



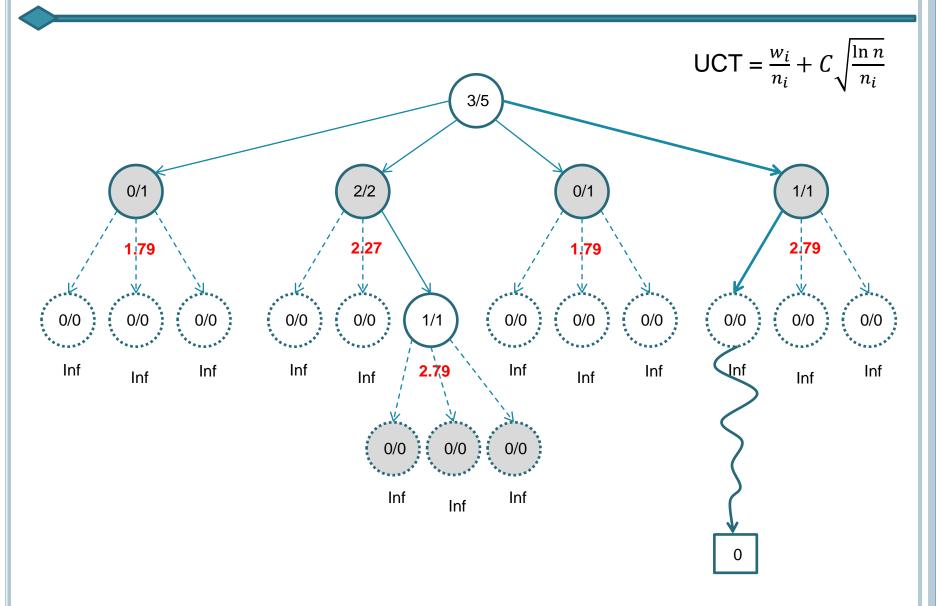
PRIMER (10/15)



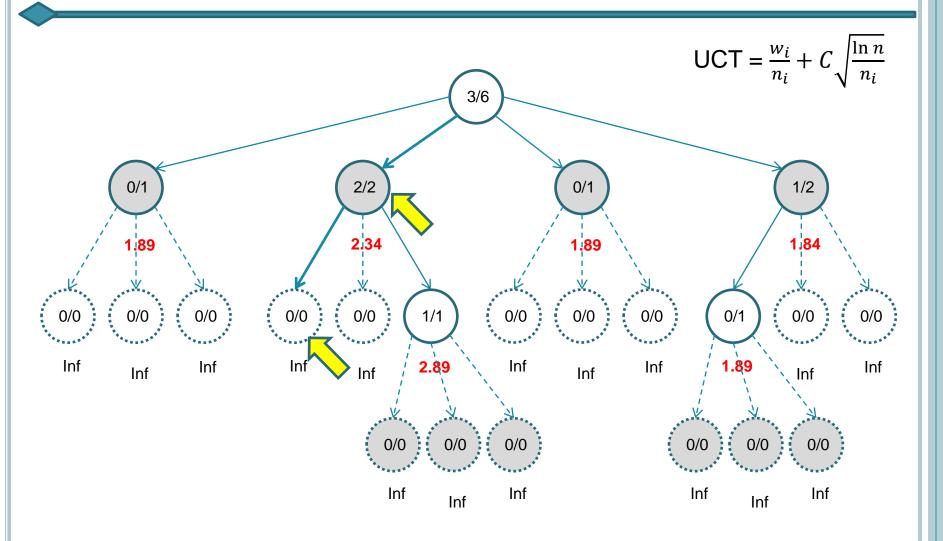
PRIMER (11/15)



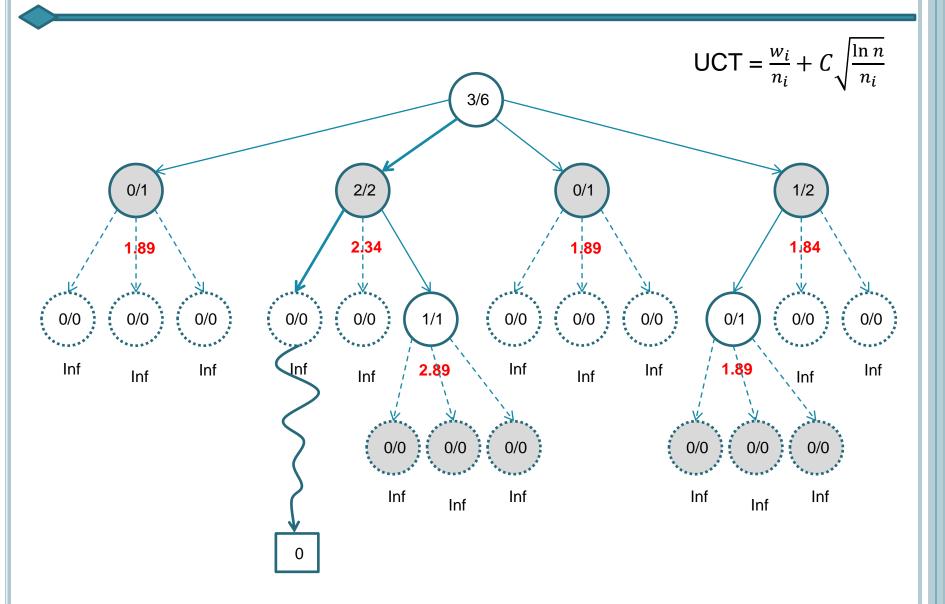
PRIMER (12/15)



PRIMER (13/15)



PRIMER (14/15)



PRIMER (15/15)

