Künstliche Intelligenz

Übungsblatt #2
Spiele
Version 1.2

Prof. Dr. J. Fürnkranz, Dr. G. Grieser

Aufgabe 2.1

Gegeben sei das folgende Cryptarithmetic-Problem.

```
  D O N A L D
+ G E R A L D
=============
  R O B E R T
```

Jeder der Buchstaben repräsentiert eine Ziffern-Variable. Geben Sie eine Formalisierung des Problems als Constraint-Satisfaction-Problem an, so daß die Addition korrekt ist.

Lösungsvorschlag:

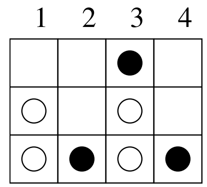
domain(D) = domain(G) = domain(R) = $\{1, \ldots, 9\}$ *(keine führenden Nullen)*
domain(T) = domain(L) = domain(A) = domain(E) = domain(N) = domain(B) = domain(O) = $\{0, \ldots, 9\}$
domain(U_1) = domain(U_2) = $\cdots$ = domain(U_5) = $\{0, 1\}$

$$
\begin{aligned}
2 * D &= T + 10 * U_1 \\
2 * L + U_1 &= R + 10 * U_2 \\
2 * A + U_2 &= E + 10 * U_3 \\
N + R + U_3 &= B + 10 * U_4 \\
O + E + U_4 &= O + 10 * U_5 \\
D + G + U_5 &= R
\end{aligned}
$$

$$
\begin{gathered}
D \neq T, D \neq L, D \neq R, \ldots \\
T \neq L, T \neq R, T \neq A, \ldots \\
\vdots
\end{gathered}
$$

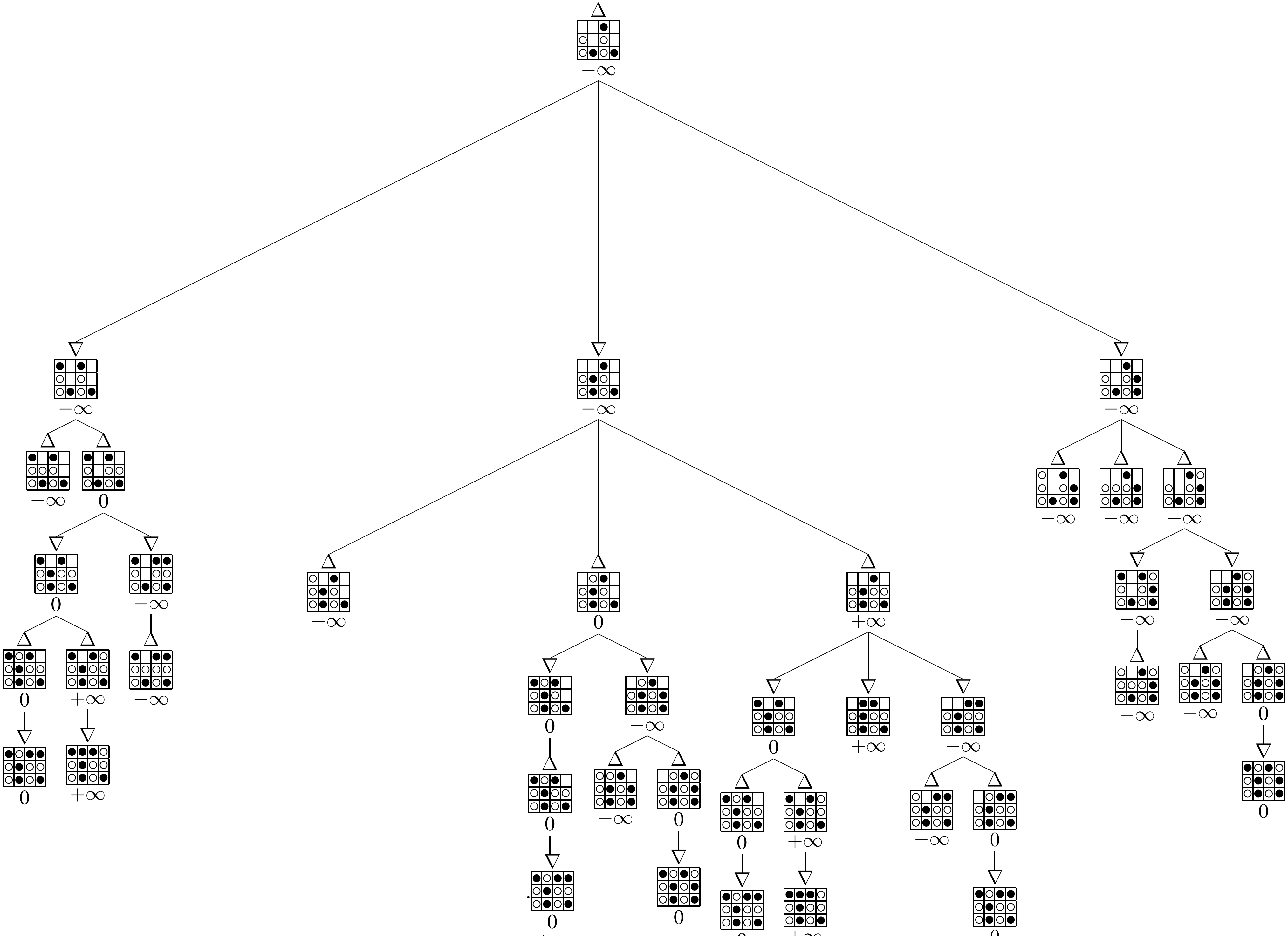
Aufgabe 2.2

Spielen Sie *3-Gewinnt*. Die Regeln sind die folgenden: Abwechselnd wird ein Stein in eine Spalte geworfen, er fällt dabei bis zum untersten freien Feld in dieser Spalte. In volle Spalten kann kein Stein mehr geworfen werden. Der Spieler, der die erste horizontale, vertikale oder diagonale Dreierreihe seiner Steine erhält, hat gewonnen. Bei Ihrem aktuellen Spiel haben Sie die schwarzen Steine und sind gerade am Zug, ihr Spielstand ist der folgende:



a) Geben Sie den minimax-Baum Ihres Zuges an.

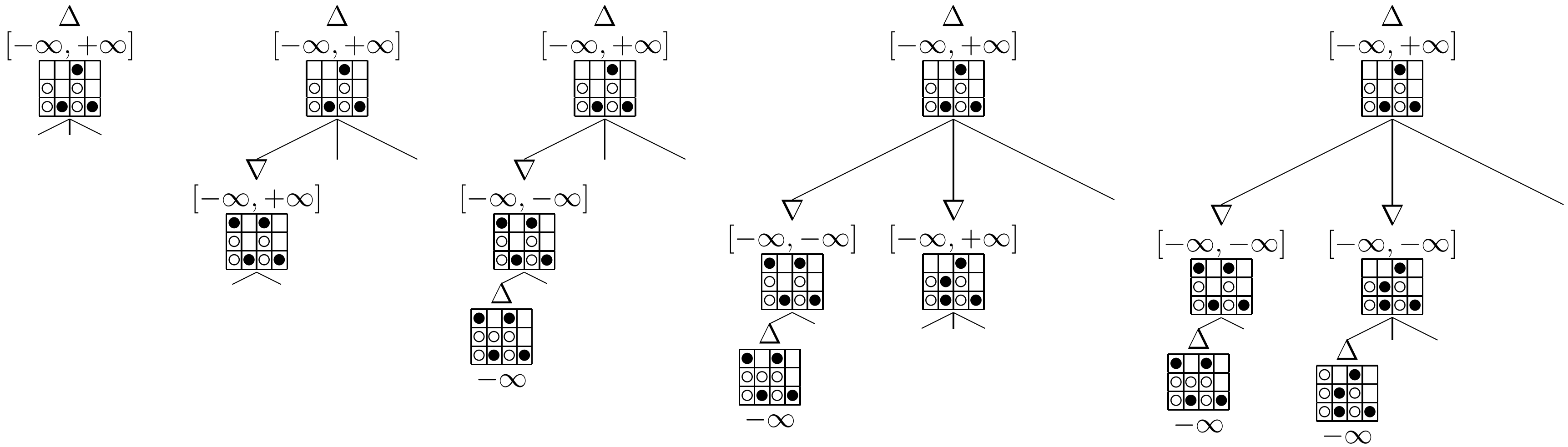
Lösungsvorschlag:

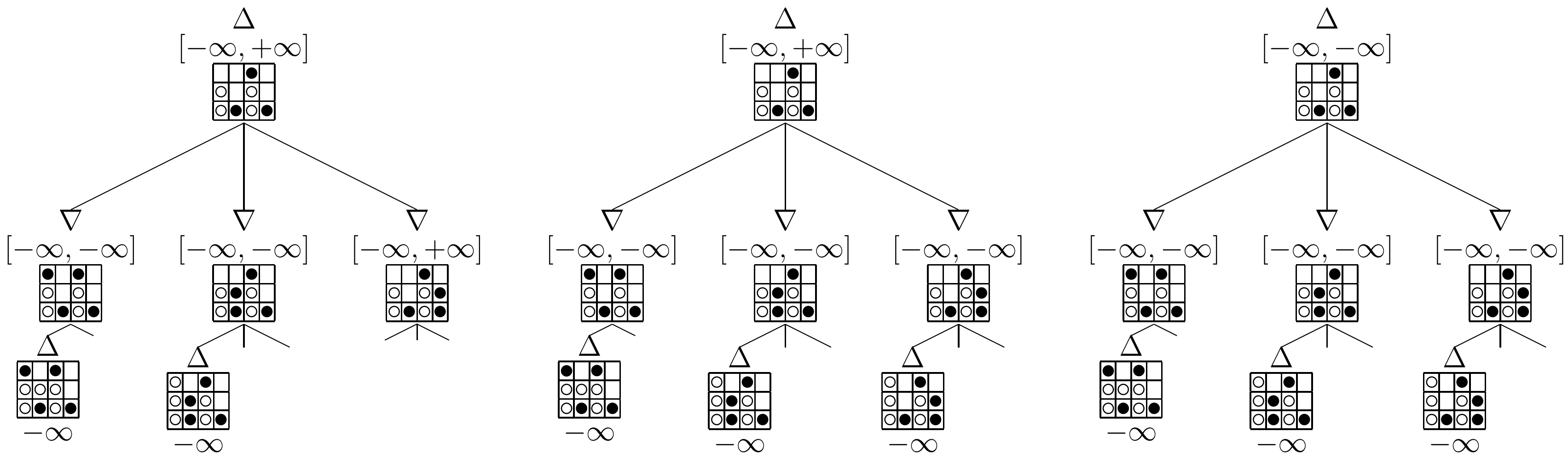


b) Begründen Sie, warum die Expandierungsreihenfolge der Knoten bei $\alpha\beta$-Suche eine Rolle spielt.

c) Geben Sie den $\alpha\beta$-Baum Ihres Zuges an, die Abarbeitungsreihenfolge der Expansionen ist von links nach rechts (d.h. in der Reihenfolge der Spaltennummern). Erklären Sie die von der $\alpha\beta$-Suche durchgeführten (pruning-)Schnitte.

Lösungsvorschlag:

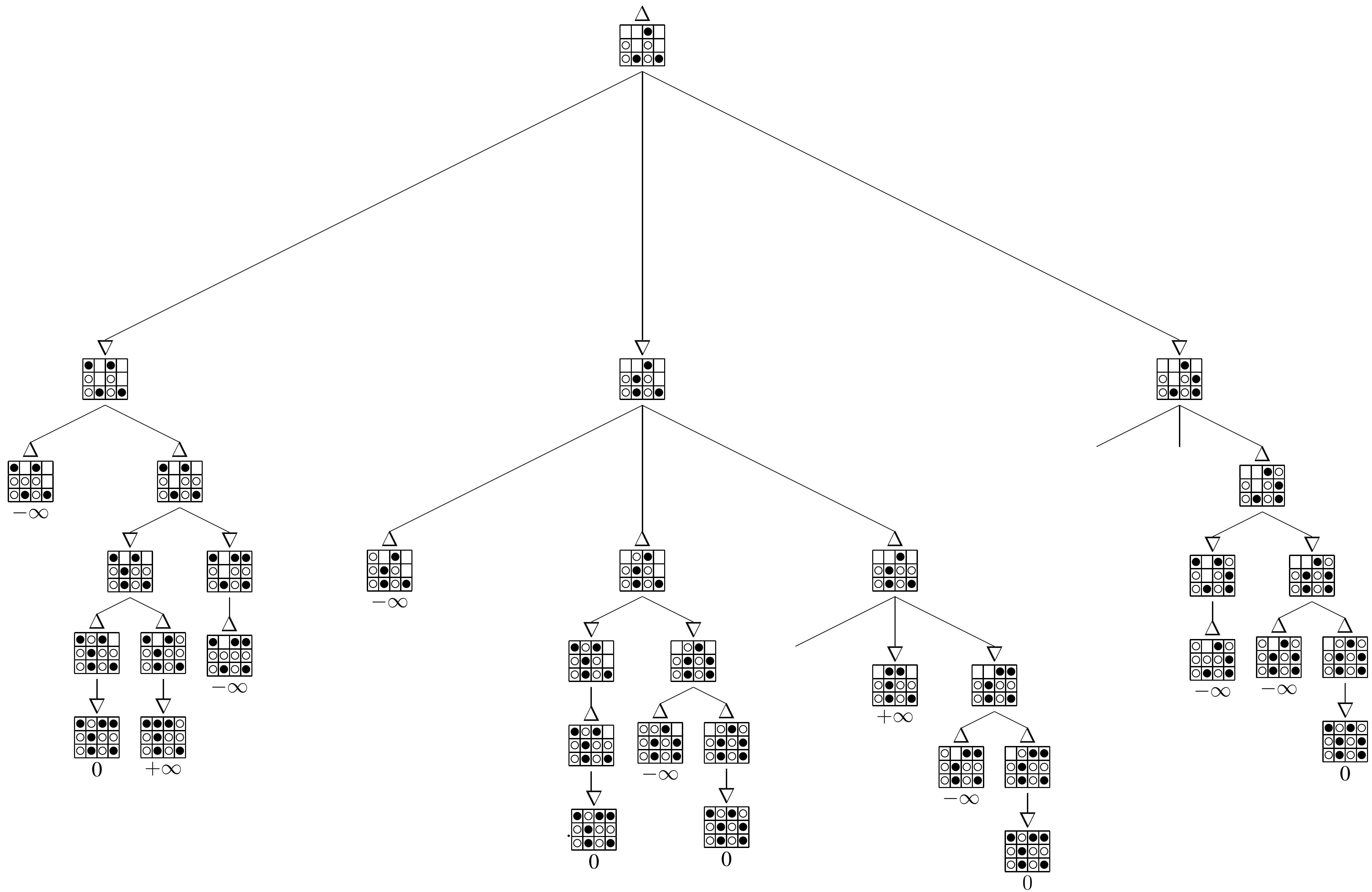




d) Geben Sie ein zweites Mal den $\alpha\beta$-Baum an, allerdings mit der umgedrehten Expansionsreihenfolge. Welche Variante würden Sie vorziehen?

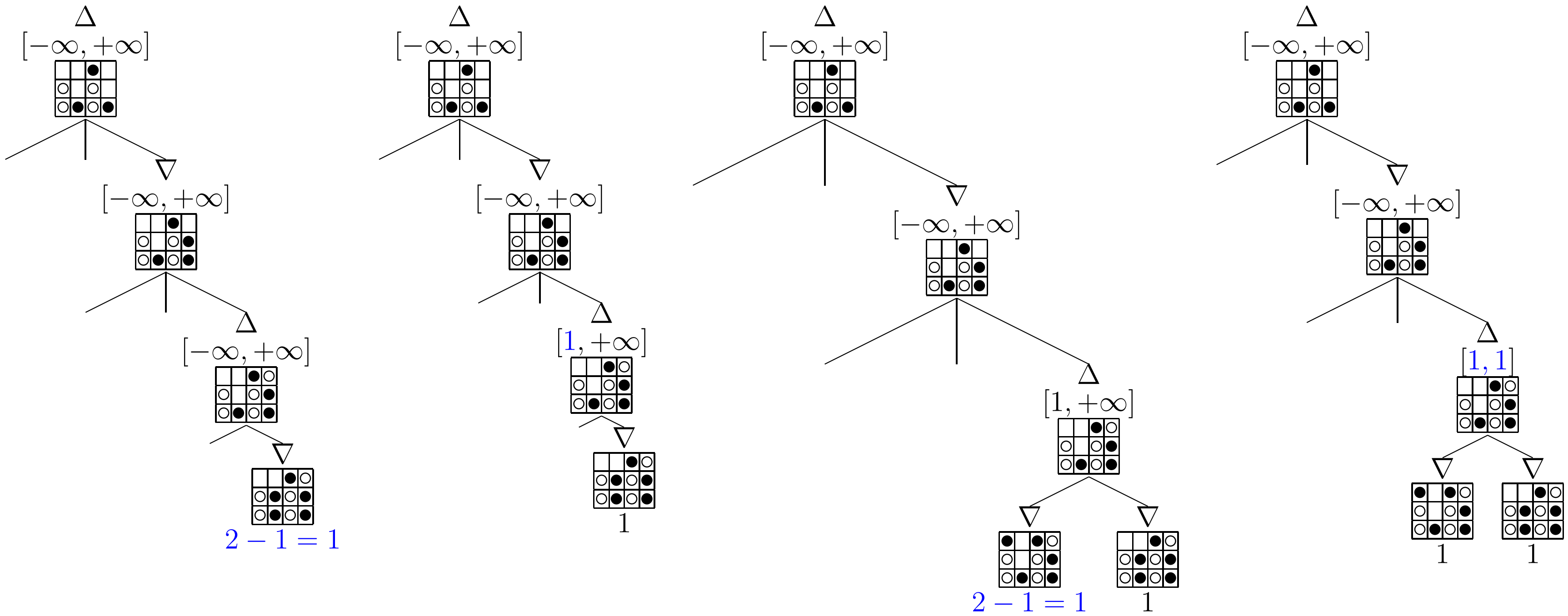
Lösungsvorschlag:

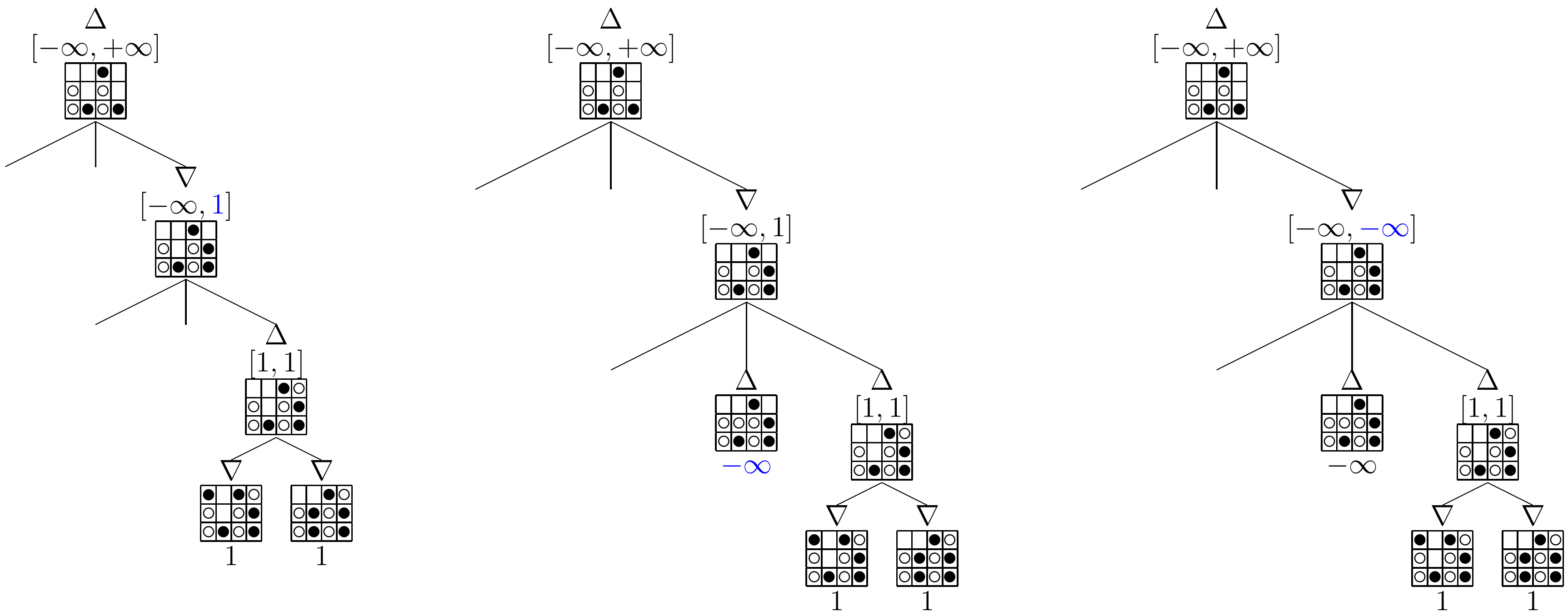
(hier ist nur der Suchbaum, d.h. ohne α und β dargestellt)

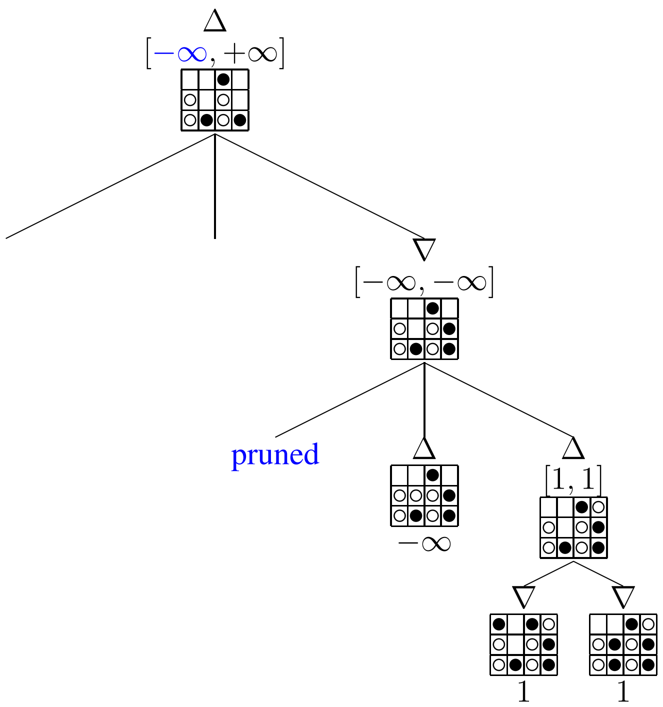

−∞
−∞
0
+∞
−∞
+∞
−∞
0
−∞
0
0
−∞
−∞
0

e) Wiederholen Sie die Berechnungen aus der vorigen Teilaufgabe, allerdings wird der Baum diesmal nur bis zur Tiefe von 3 Halbzügen aufgebaut. Wenn diese maximale Tiefe erreicht ist, die entstandene Stellung jedoch noch keine Endstellung ist, benutzen Sie als Evaluierungsmaß das in der Vorlesung angegebene Maß für Tic-Tac-Toe, d.h. *Anzahl der Reihen + Spalten + Diagonalen, die für schwarz zum Sieg führen können abzüglich deren Anzahl für weiß*.

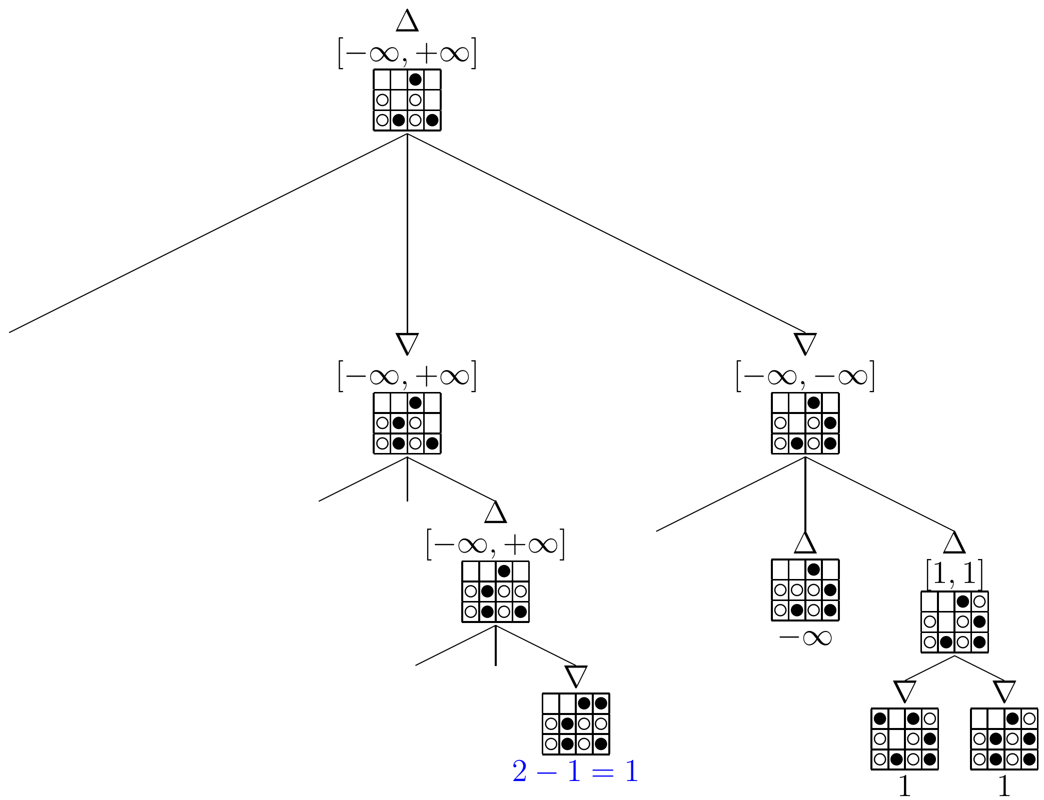
Lösungsvorschlag:



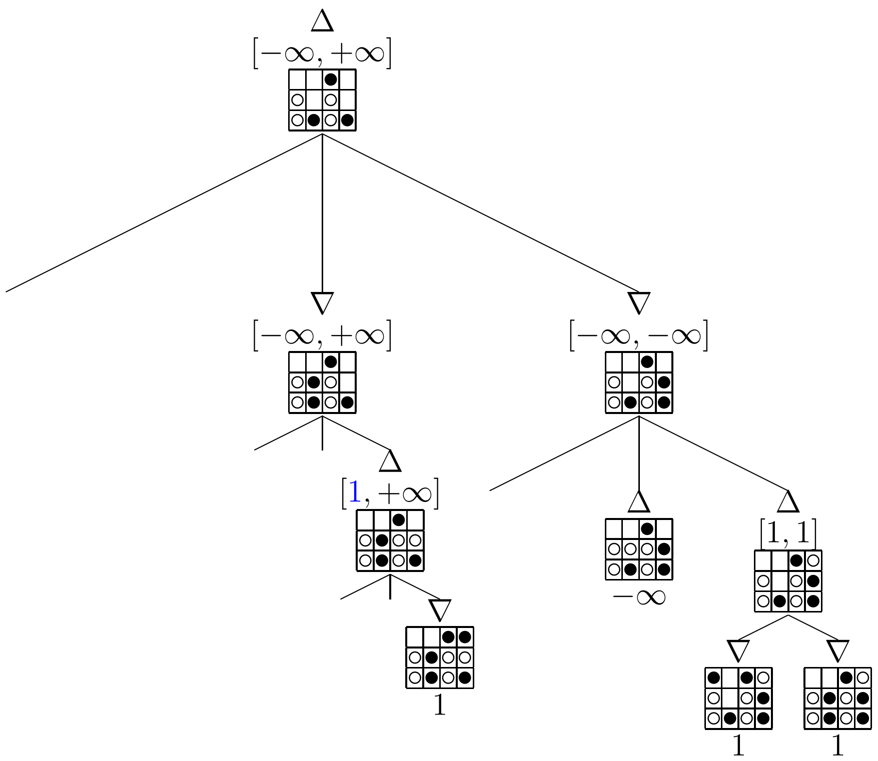

[−∞, +∞]
[−∞, 1]
[1, 1]
1
1
[−∞, +∞]
[−∞, 1]
−∞
[1, 1]
1
1
[−∞, +∞]
[−∞, −∞]
−∞
[1, 1]
1
1

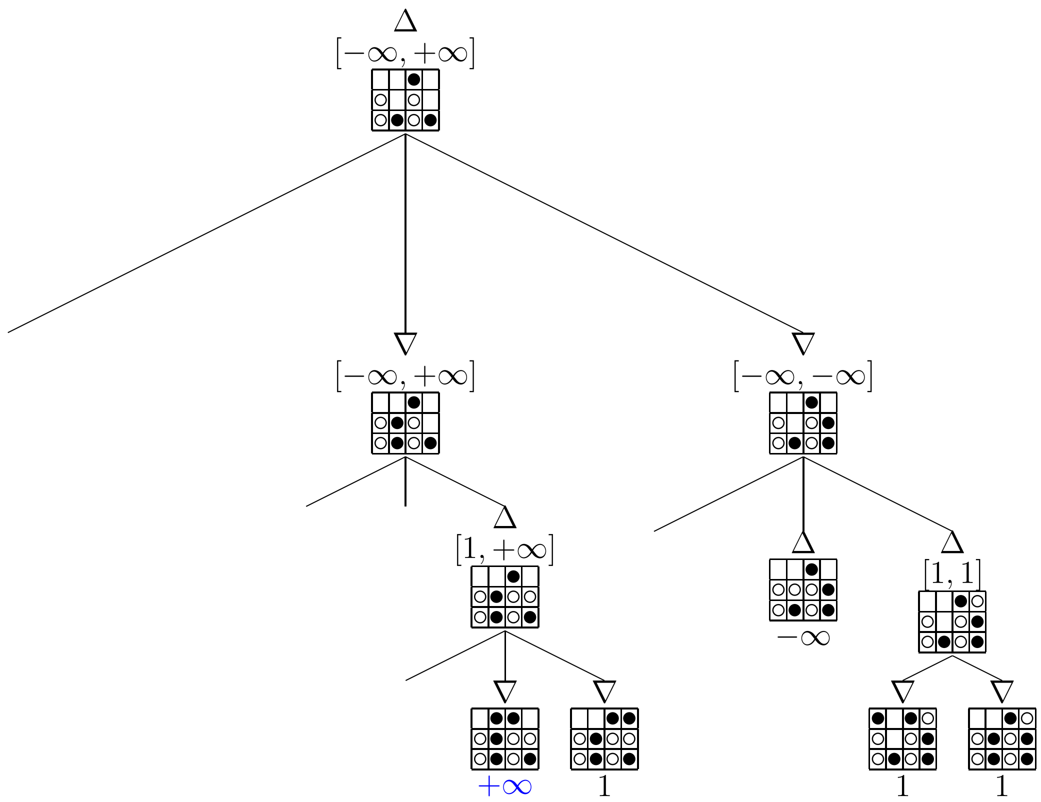


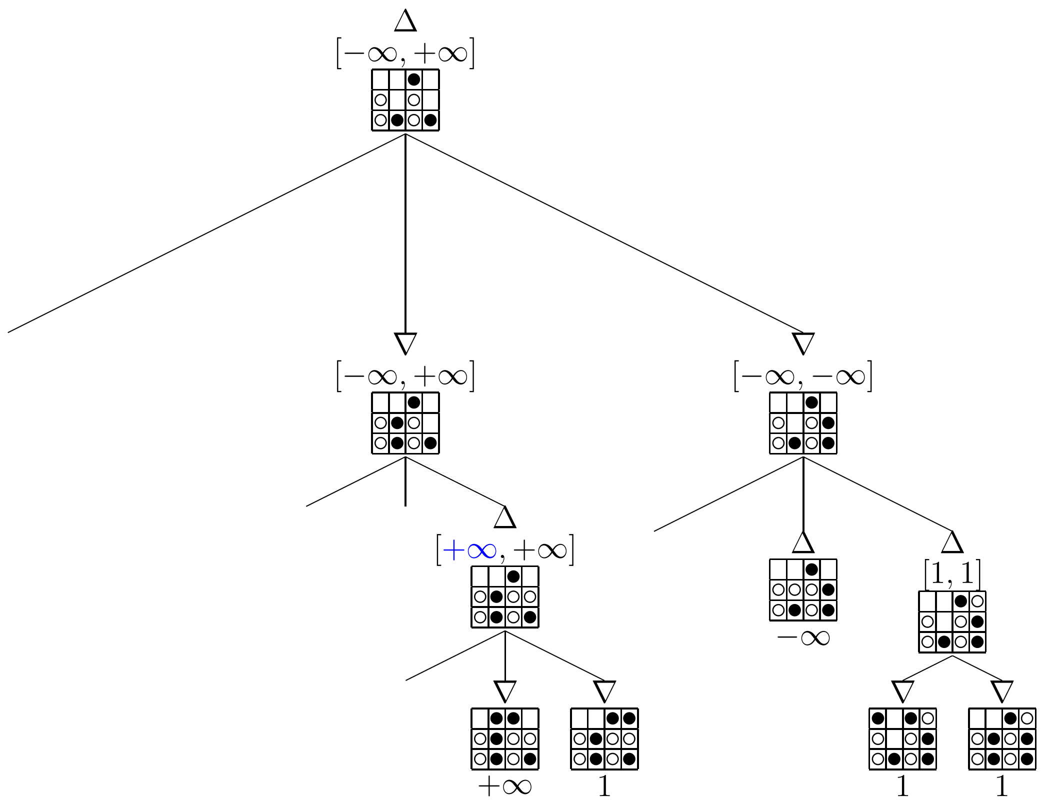
[−∞, +∞]
[−∞, −∞]
pruned
−∞
[1, 1]
1
1



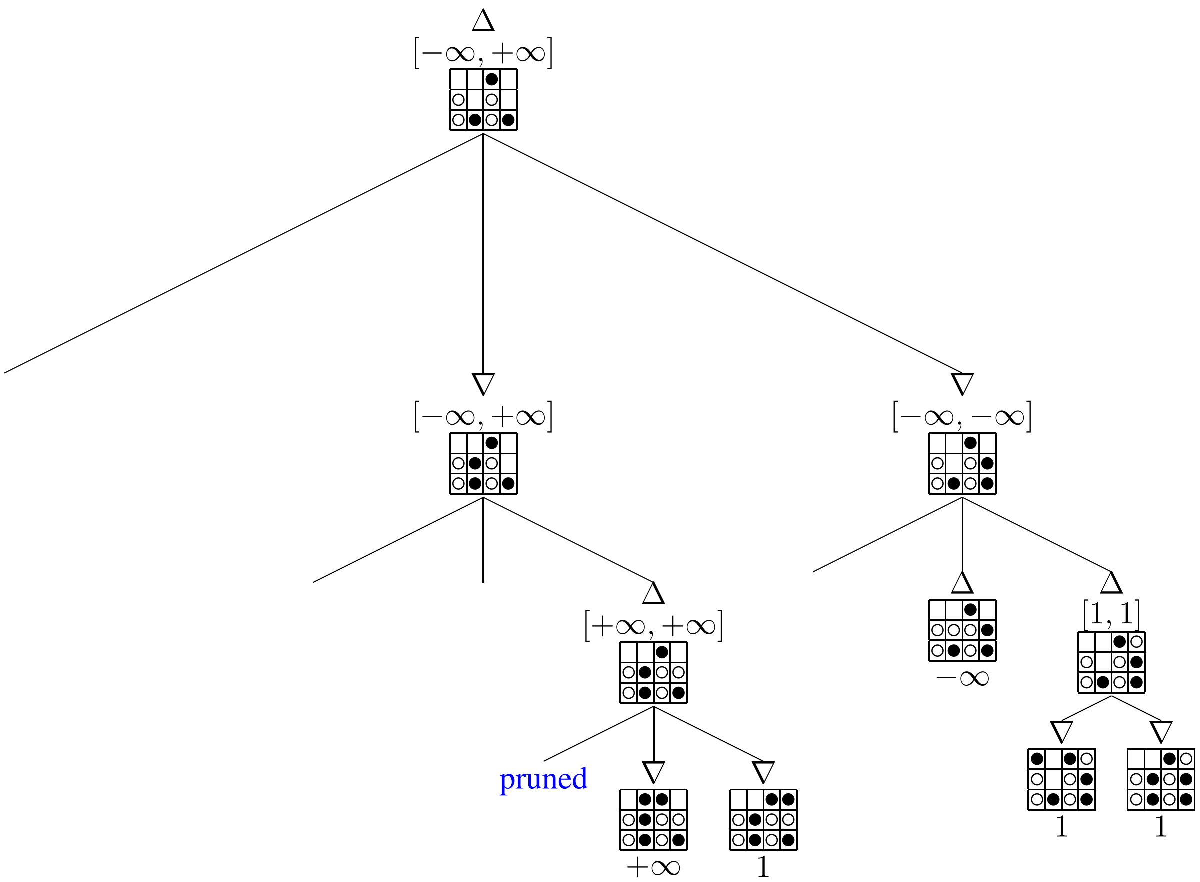
[−∞, +∞]
[−∞, +∞]
[−∞, −∞]
[−∞, +∞]
−∞
[1, 1]
2 − 1 = 1
1
1

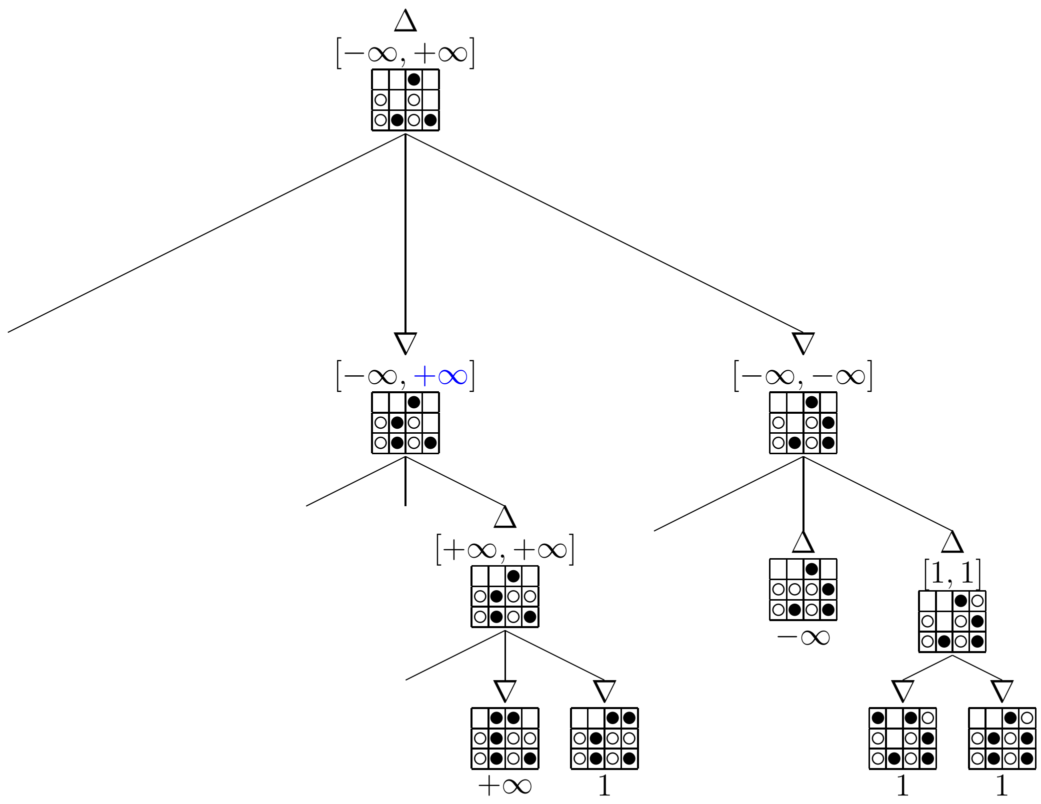

[−∞, +∞]
[−∞, +∞]
[−∞, −∞]
[1, +∞]
[1, 1]
−∞
1
1
1

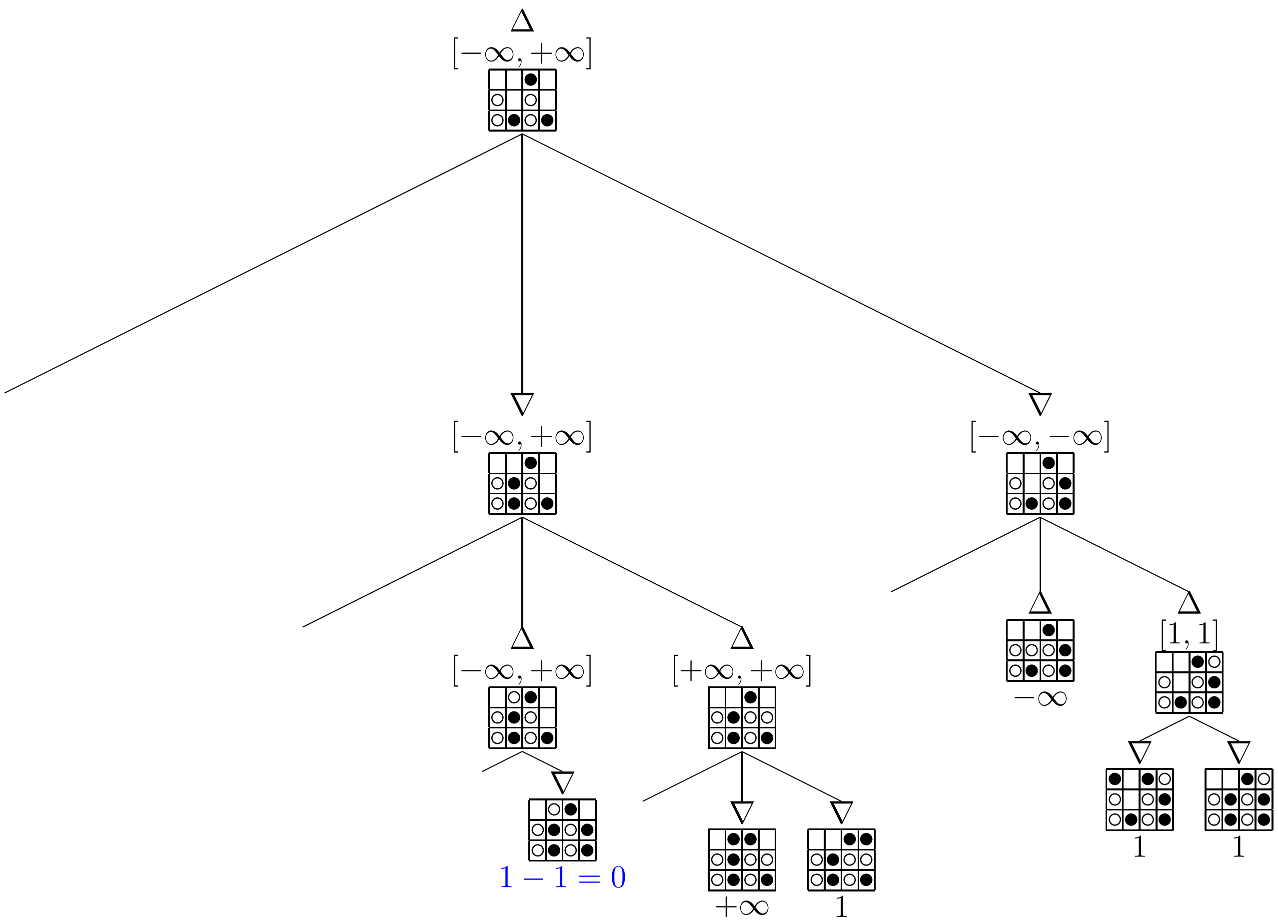

Δ
$[-\infty, +\infty]$
∇
$[-\infty, +\infty]$
∇
$[-\infty, -\infty]$
Δ
$[1, +\infty]$
Δ
$-\infty$
Δ
$[1, 1]$
∇
$+\infty$
∇
1
∇
1
∇
1

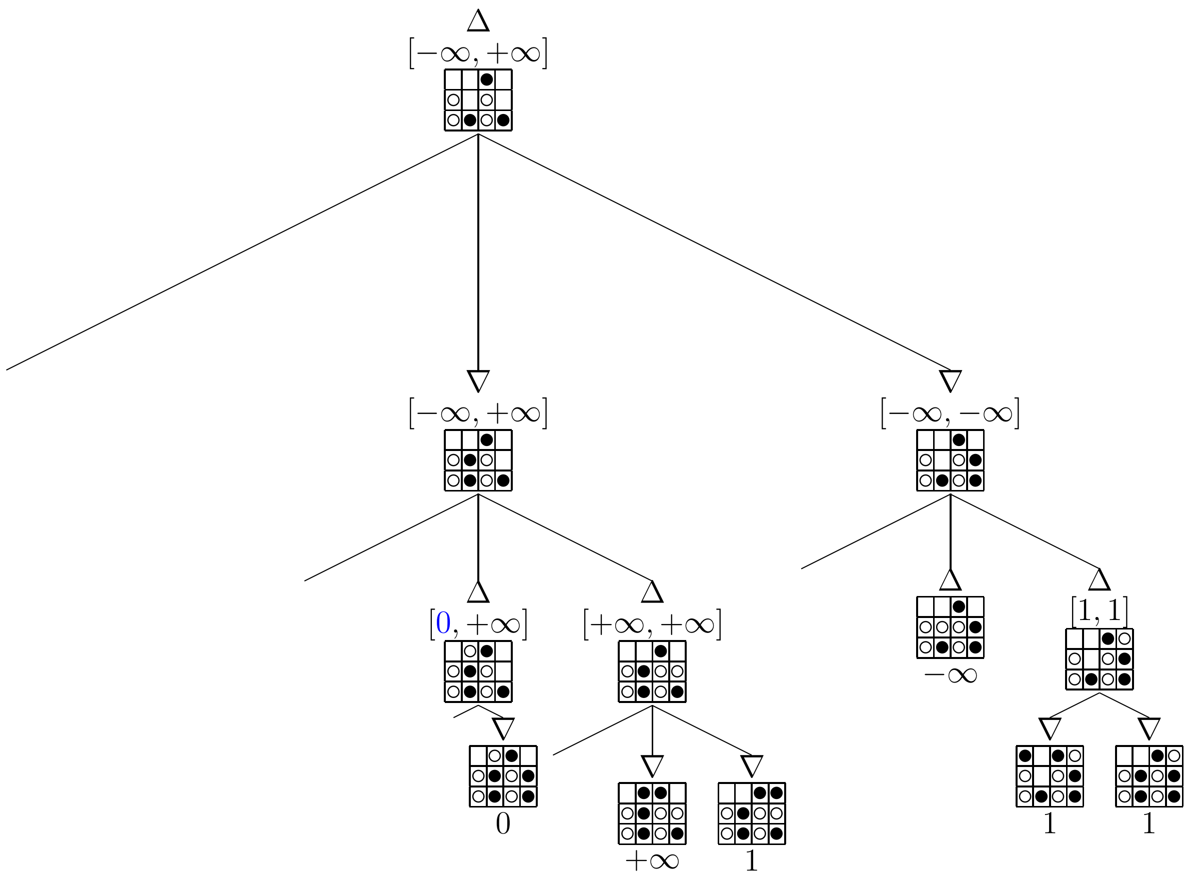


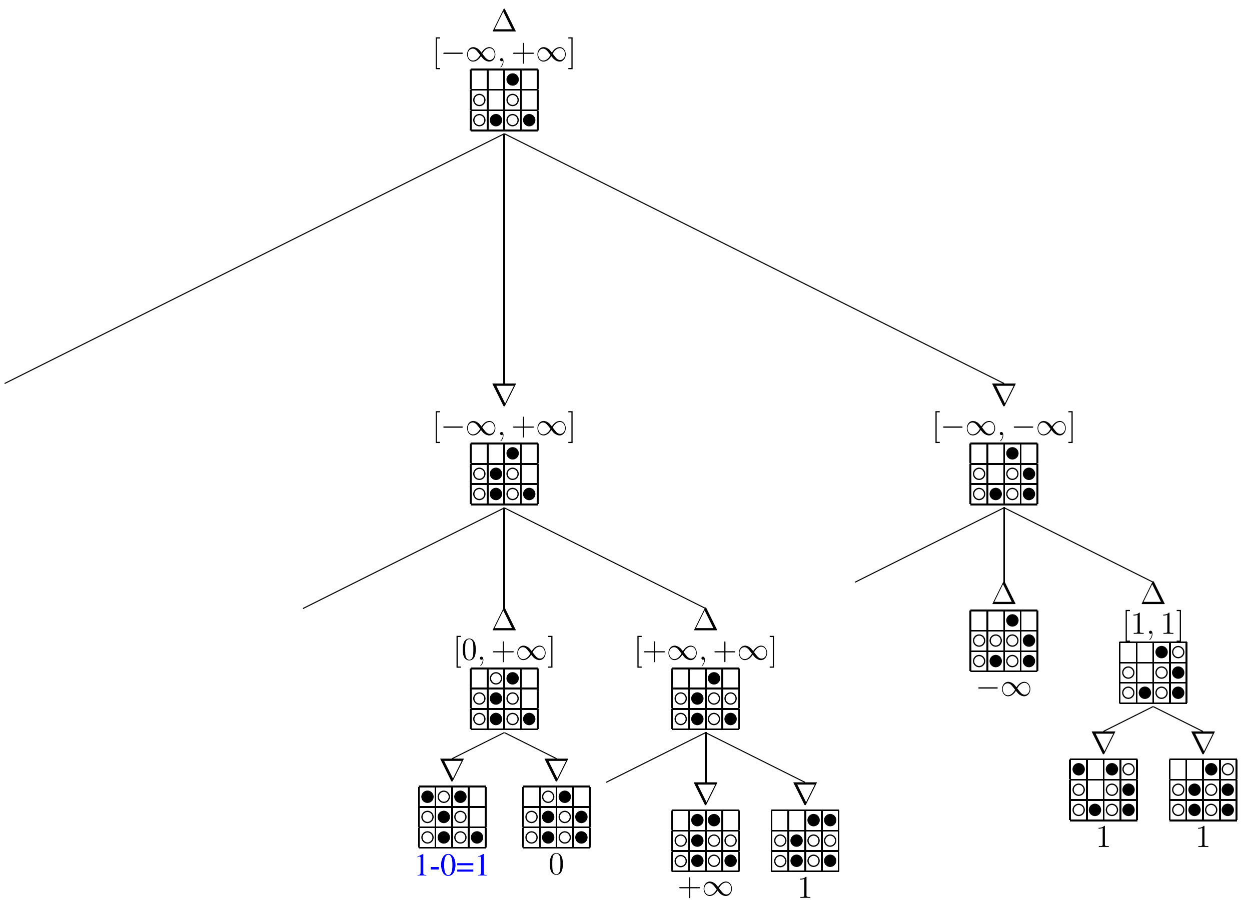
[−∞, +∞]
[−∞, +∞]
[−∞, −∞]
[+∞, +∞]
−∞
[1, 1]
+∞
1
1
1

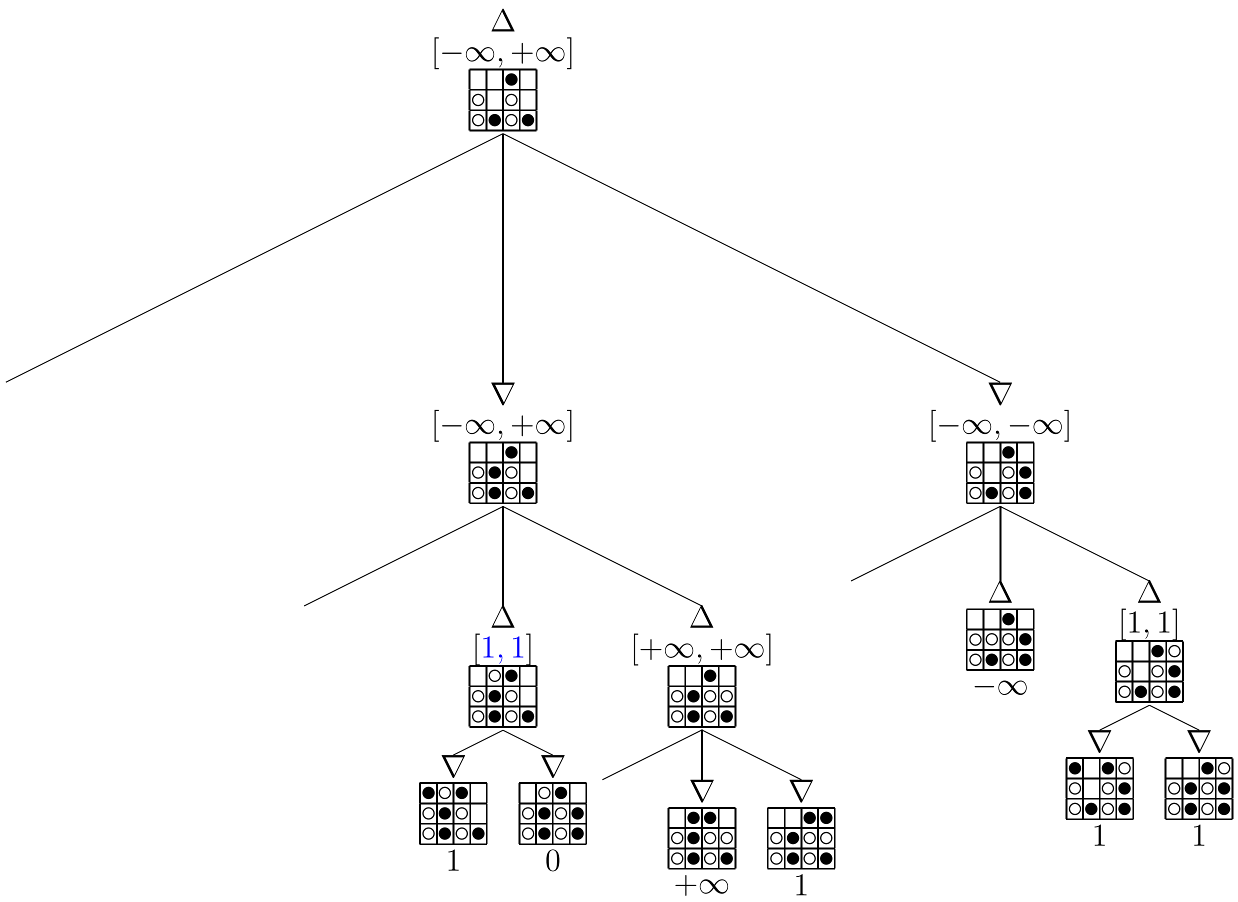

[−∞, +∞]
[−∞, +∞]
[−∞, −∞]
[+∞, +∞]
[1, 1]
−∞
pruned
+∞
1
1
1


[−∞, +∞]
[−∞, +∞]
[−∞, −∞]
[+∞, +∞]
−∞
[1, 1]
+∞
1
1
1

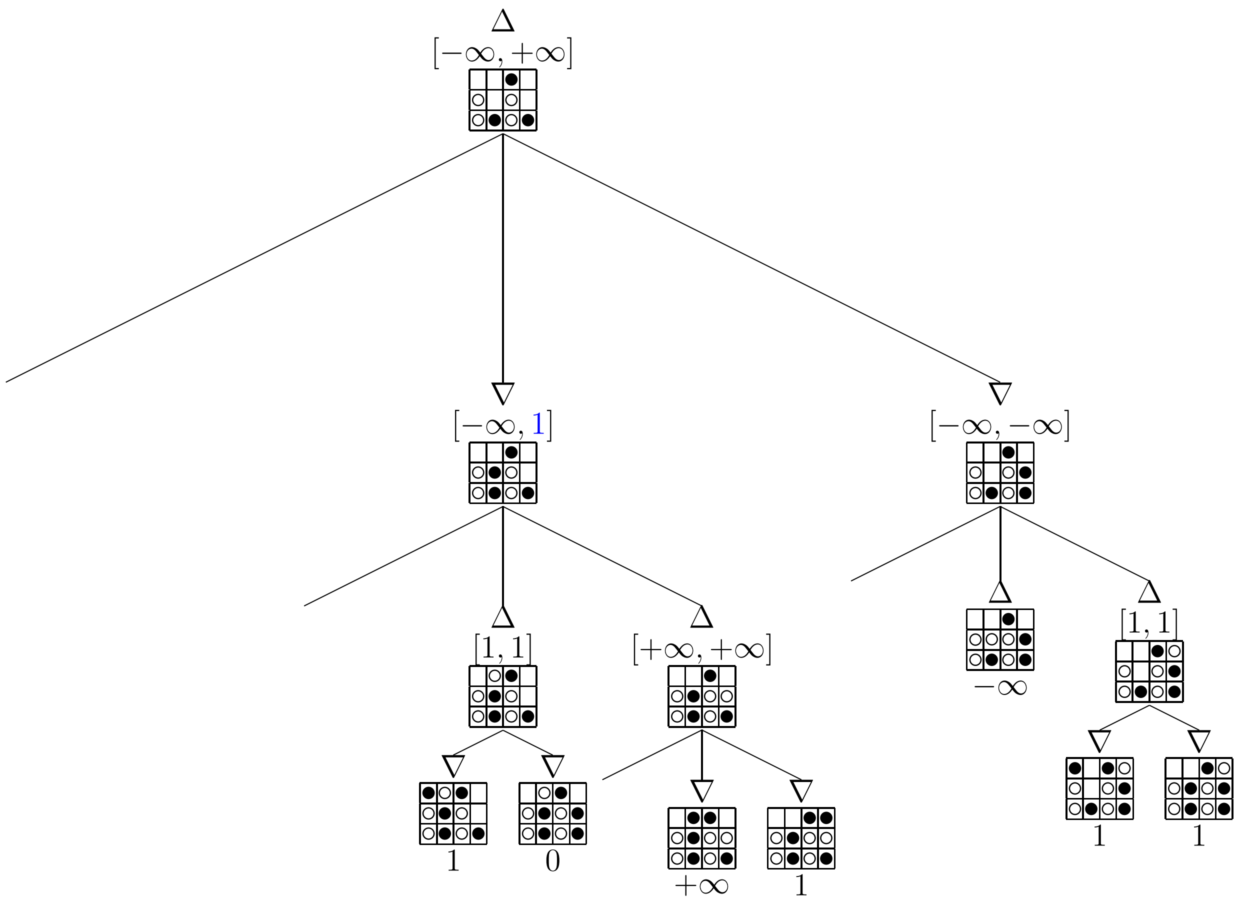

[−∞, +∞]
[−∞, +∞]
[−∞, −∞]
[−∞, +∞]
[+∞, +∞]
−∞
[1, 1]
1 − 1 = 0
+∞
1
1
1


[−∞, +∞]
[−∞, +∞]
[−∞, −∞]
[0, +∞]
[+∞, +∞]
[1, 1]
−∞
0
+∞
1
1
1

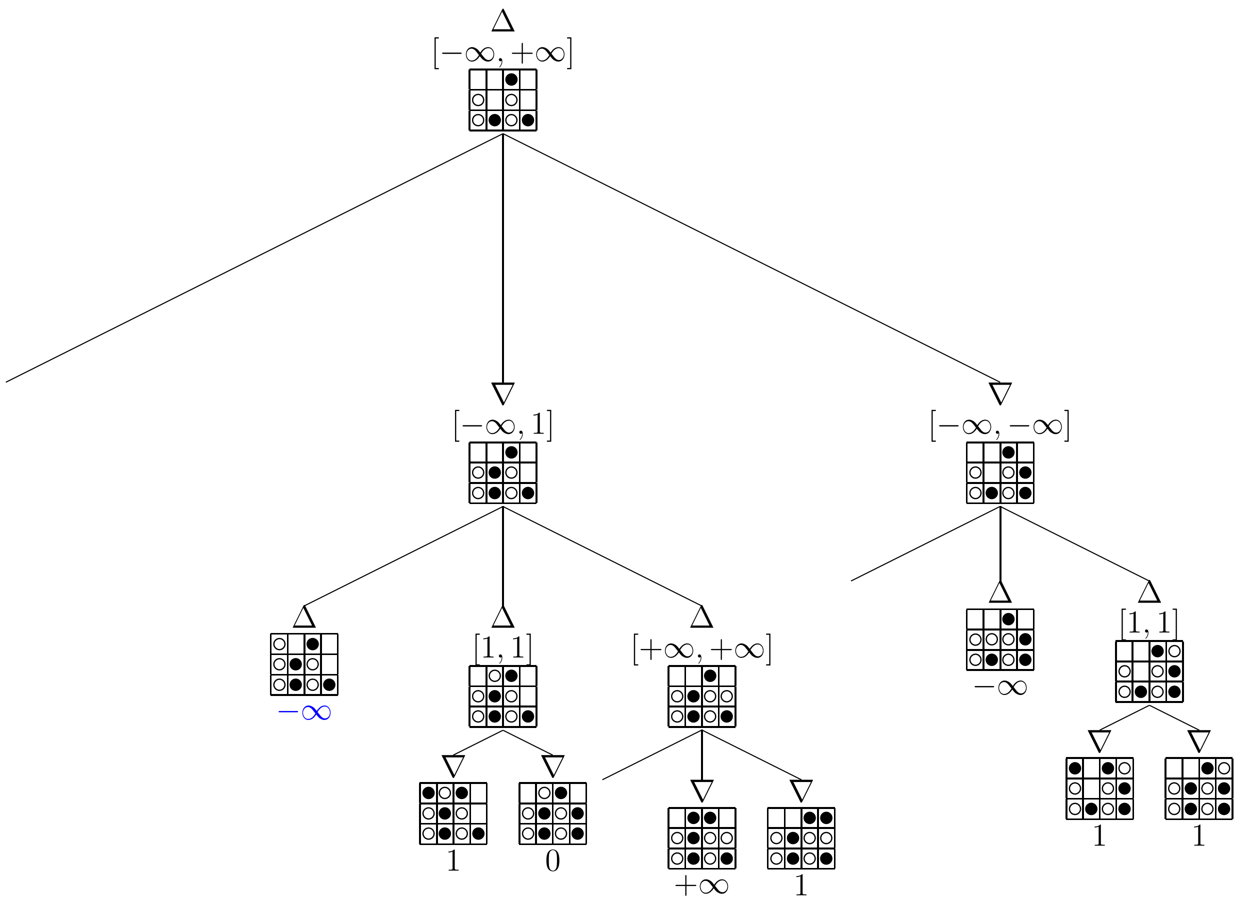

[−∞, +∞]
[−∞, +∞]
[−∞, −∞]
[0, +∞]
[+∞, +∞]
−∞
[1, 1]
1-0=1
0
+∞
1
1
1

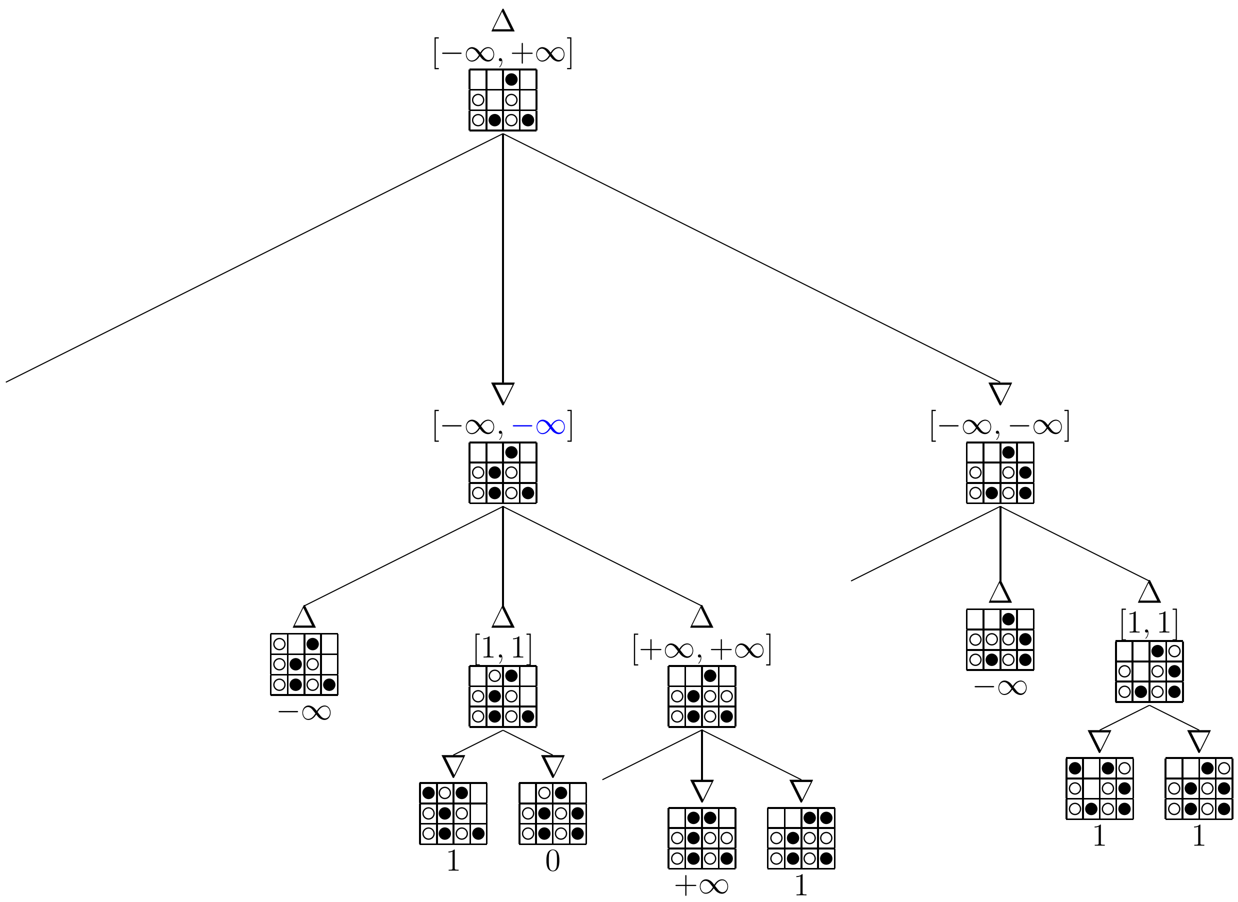


[−∞, +∞]
[−∞, +∞]
[−∞, −∞]
[1, 1]
[+∞, +∞]
−∞
[1, 1]
1
0
+∞
1
1
1

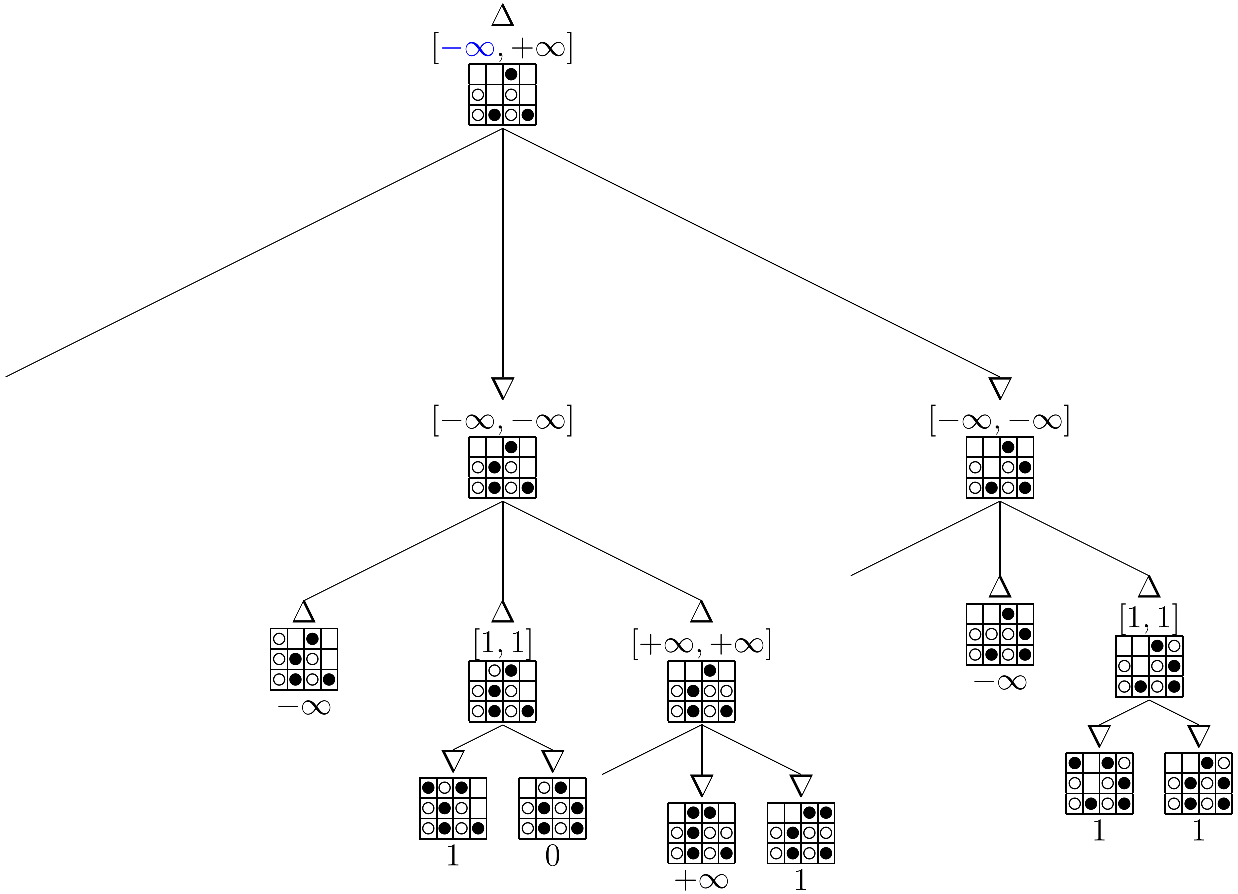


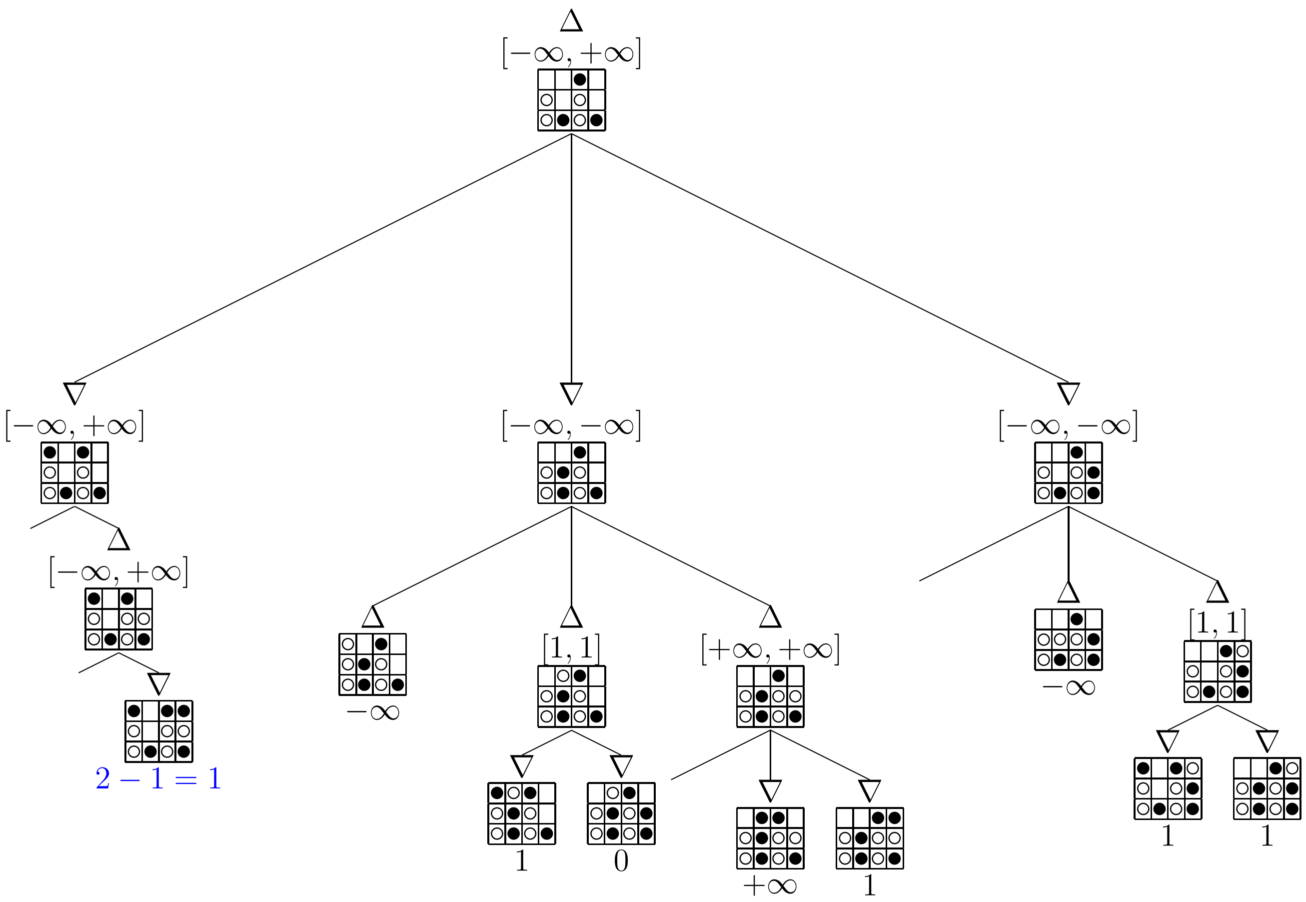
$[-\infty, +\infty]$
$[-\infty, 1]$
$[-\infty, -\infty]$
$[1, 1]$
$[+\infty, +\infty]$
$-\infty$
$[1, 1]$
1
0
$+\infty$
1
1
1

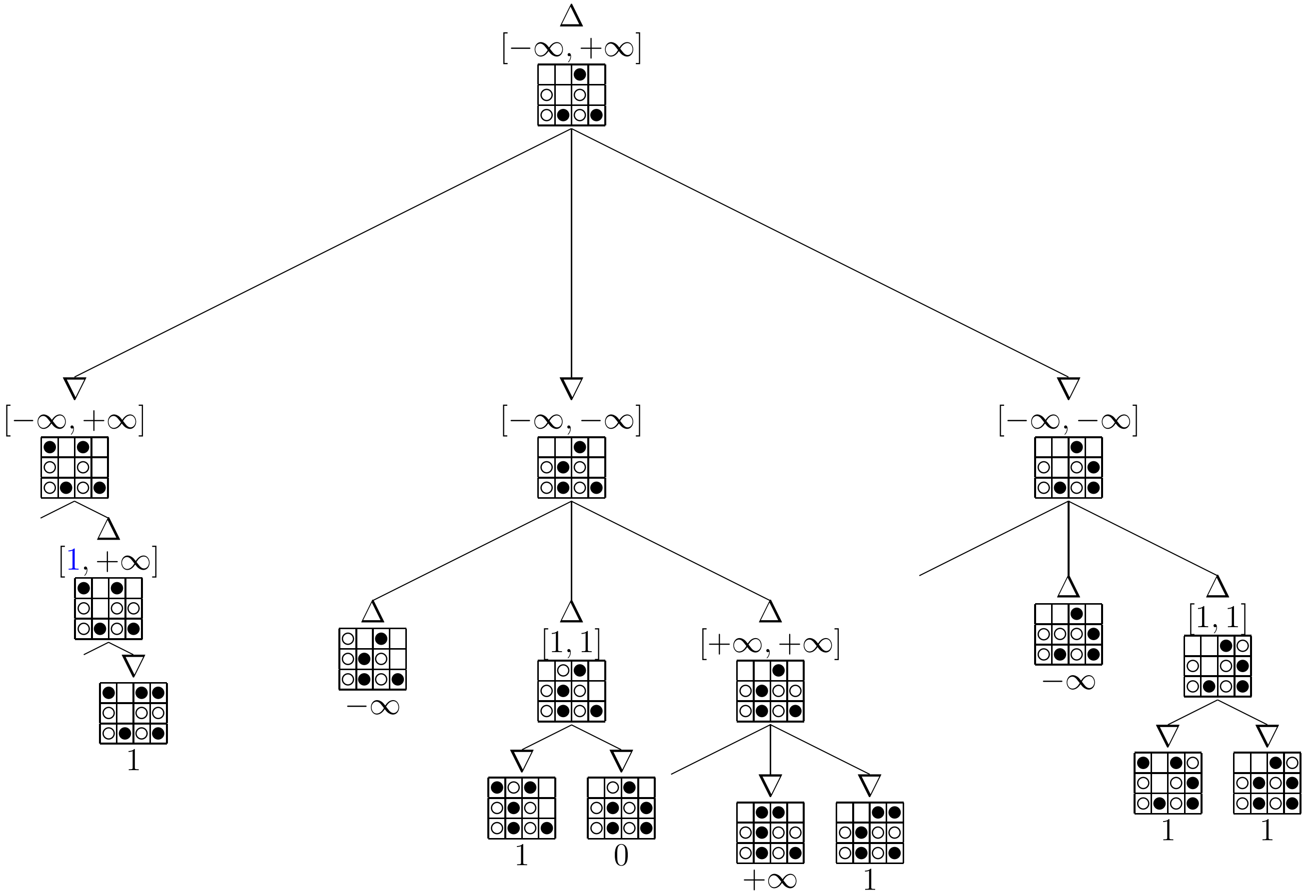

[−∞, +∞]
[−∞, 1]
[−∞, −∞]
−∞
[1, 1]
[+∞, +∞]
−∞
[1, 1]
1
0
+∞
1
1
1

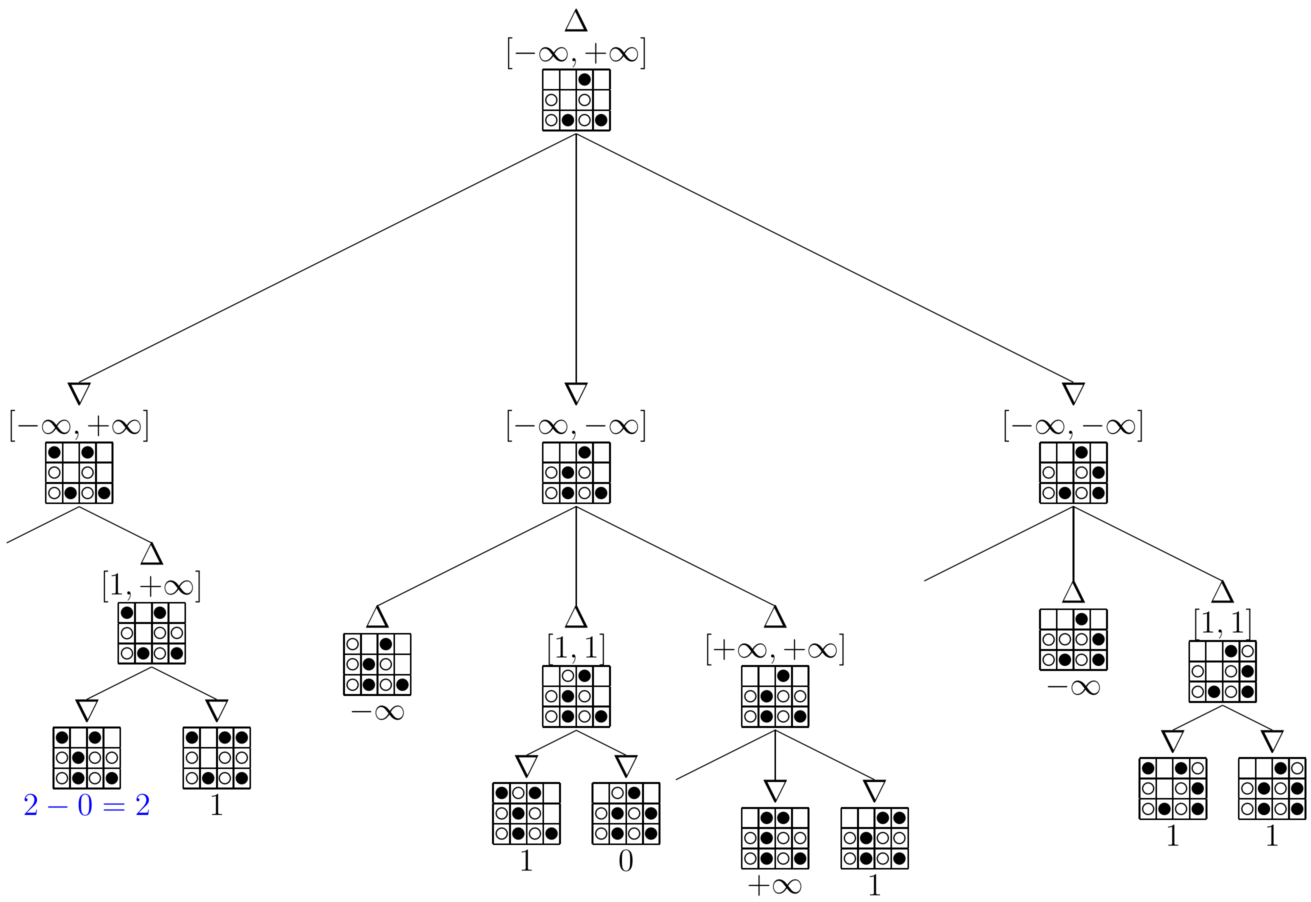


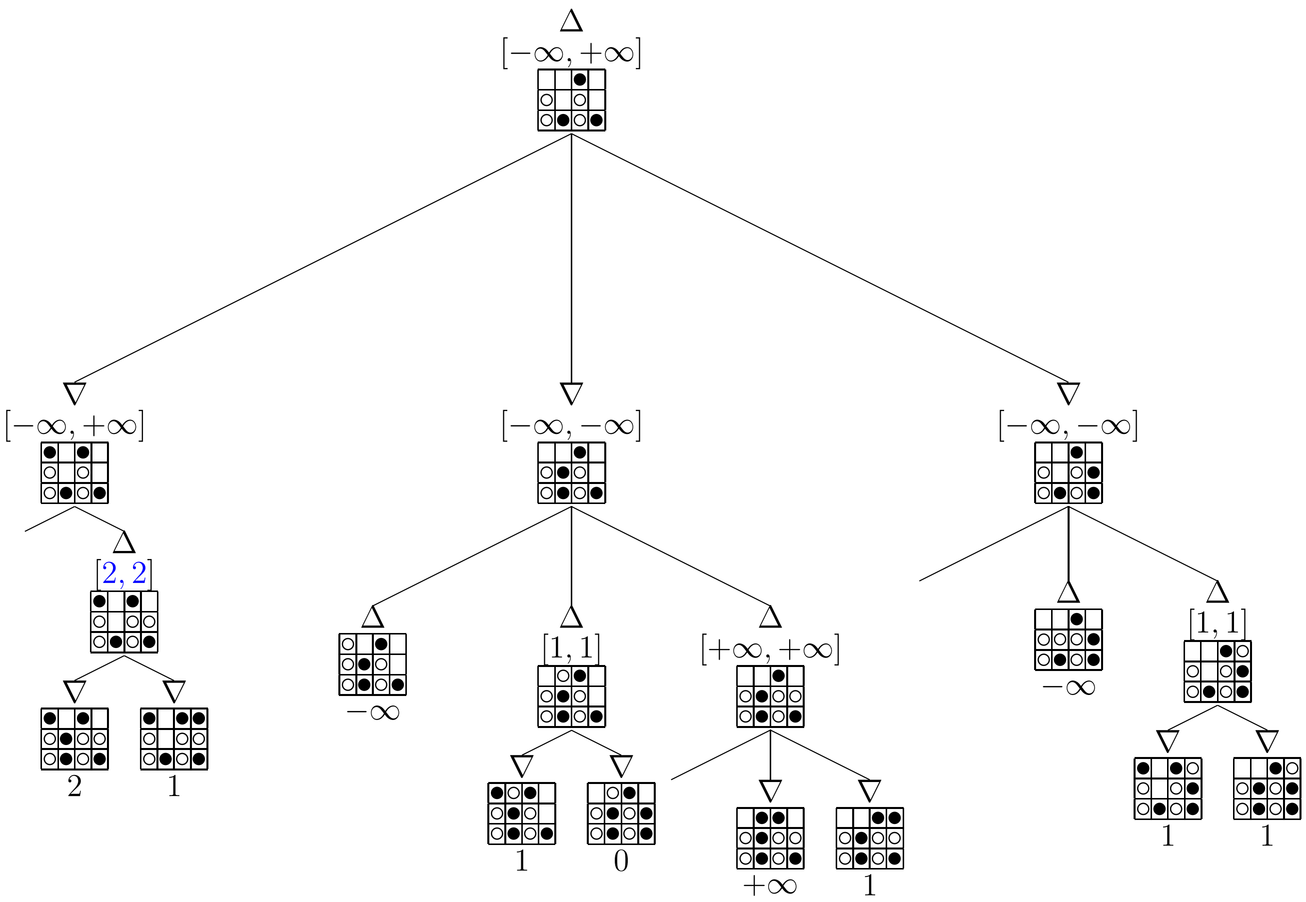
[−∞, +∞]
[−∞, −∞]
[−∞, −∞]
−∞
[1, 1]
[+∞, +∞]
−∞
[1, 1]
1
0
+∞
1
1
1

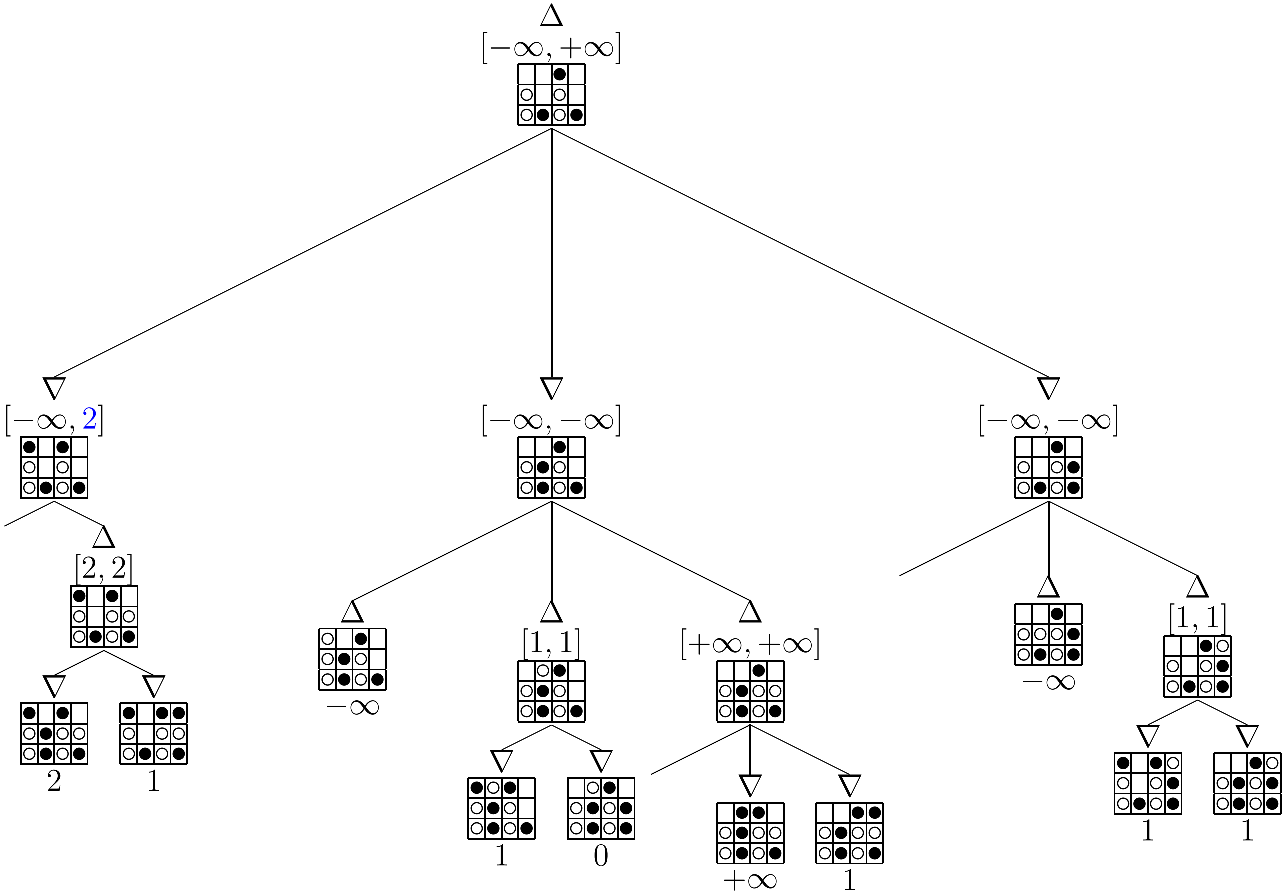

[−∞, +∞]
[−∞, −∞]
[−∞, −∞]
−∞
[1, 1]
[+∞, +∞]
−∞
[1, 1]
1
0
+∞
1
1
1


[−∞, +∞]
[−∞, +∞]
[−∞, −∞]
[−∞, −∞]
[−∞, +∞]
−∞
[1, 1]
[+∞, +∞]
−∞
[1, 1]
2 − 1 = 1
1
0
+∞
1
1
1

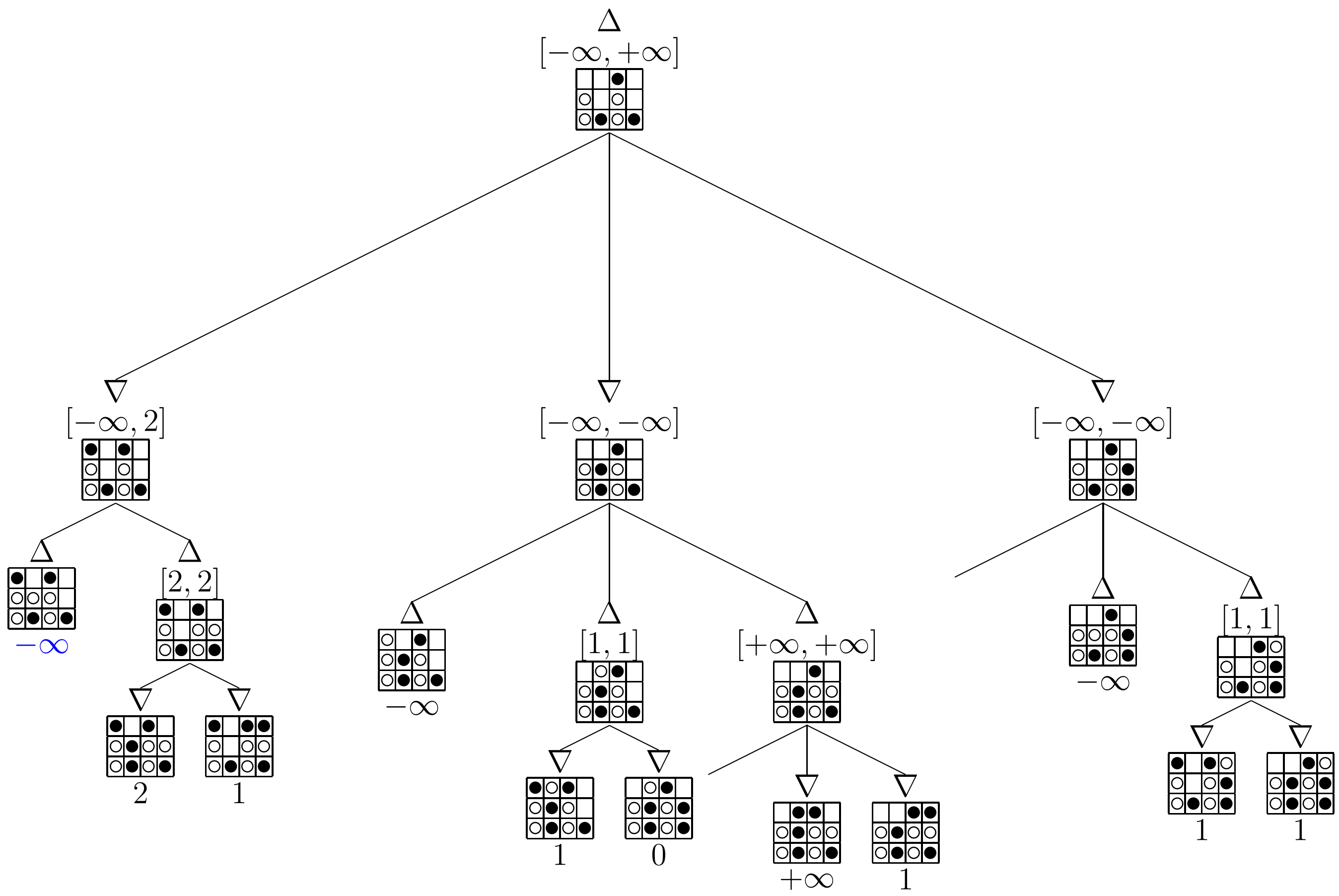

[−∞, +∞]
[−∞, +∞]
[1, +∞]
1
[−∞, −∞]
−∞
[1, 1]
1
0
[+∞, +∞]
+∞
1
[−∞, −∞]
−∞
[1, 1]
1
1


[−∞, +∞]
[−∞, +∞]
[−∞, −∞]
[−∞, −∞]
[1, +∞]
[1, 1]
[+∞, +∞]
[1, 1]
−∞
−∞
2 − 0 = 2
1
1
0
+∞
1
1
1

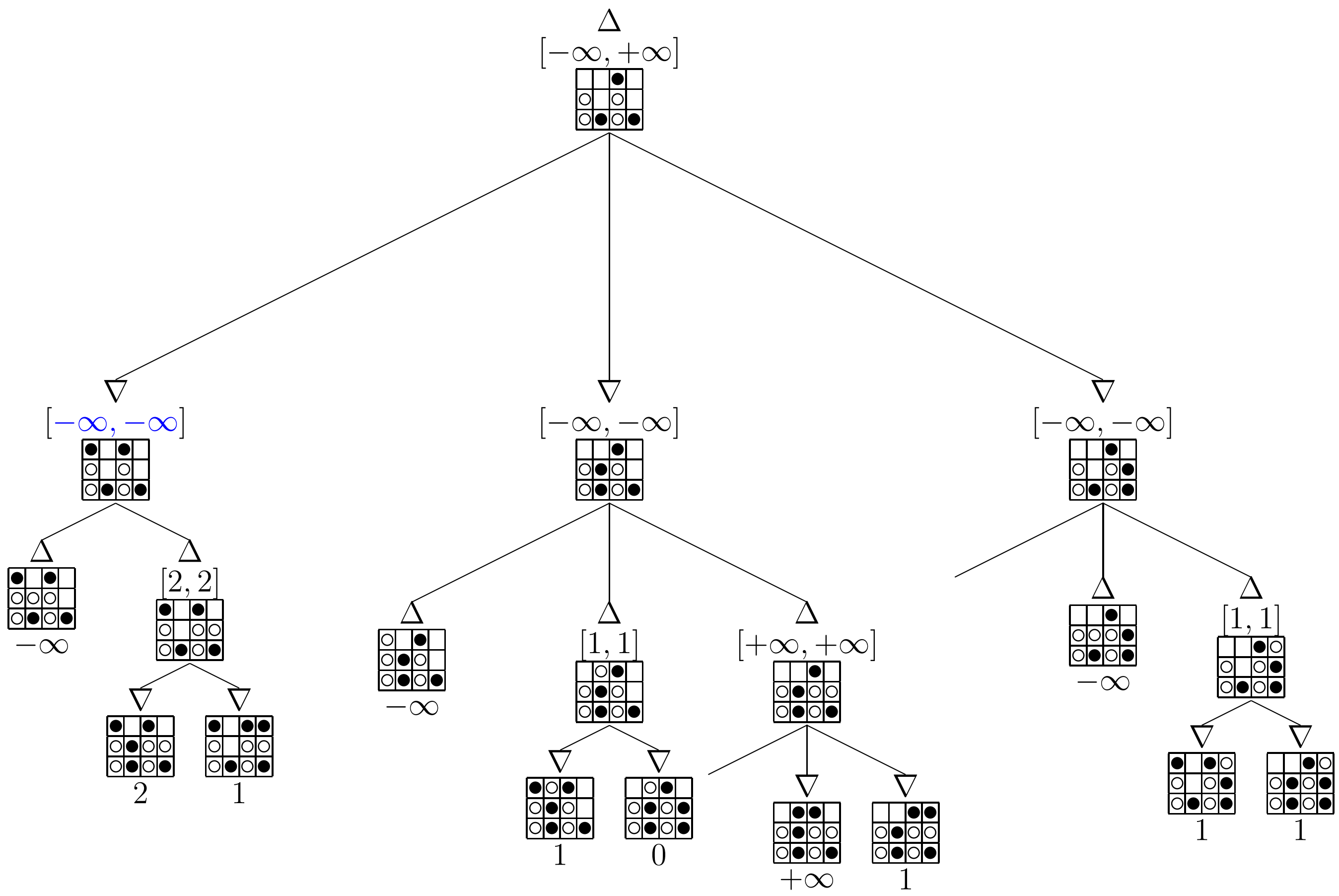

[−∞, +∞]
[−∞, +∞]
[−∞, −∞]
[−∞, −∞]
[2, 2]
[1, 1]
[+∞, +∞]
[1, 1]
2
1
−∞
1
0
+∞
1
−∞
1
1



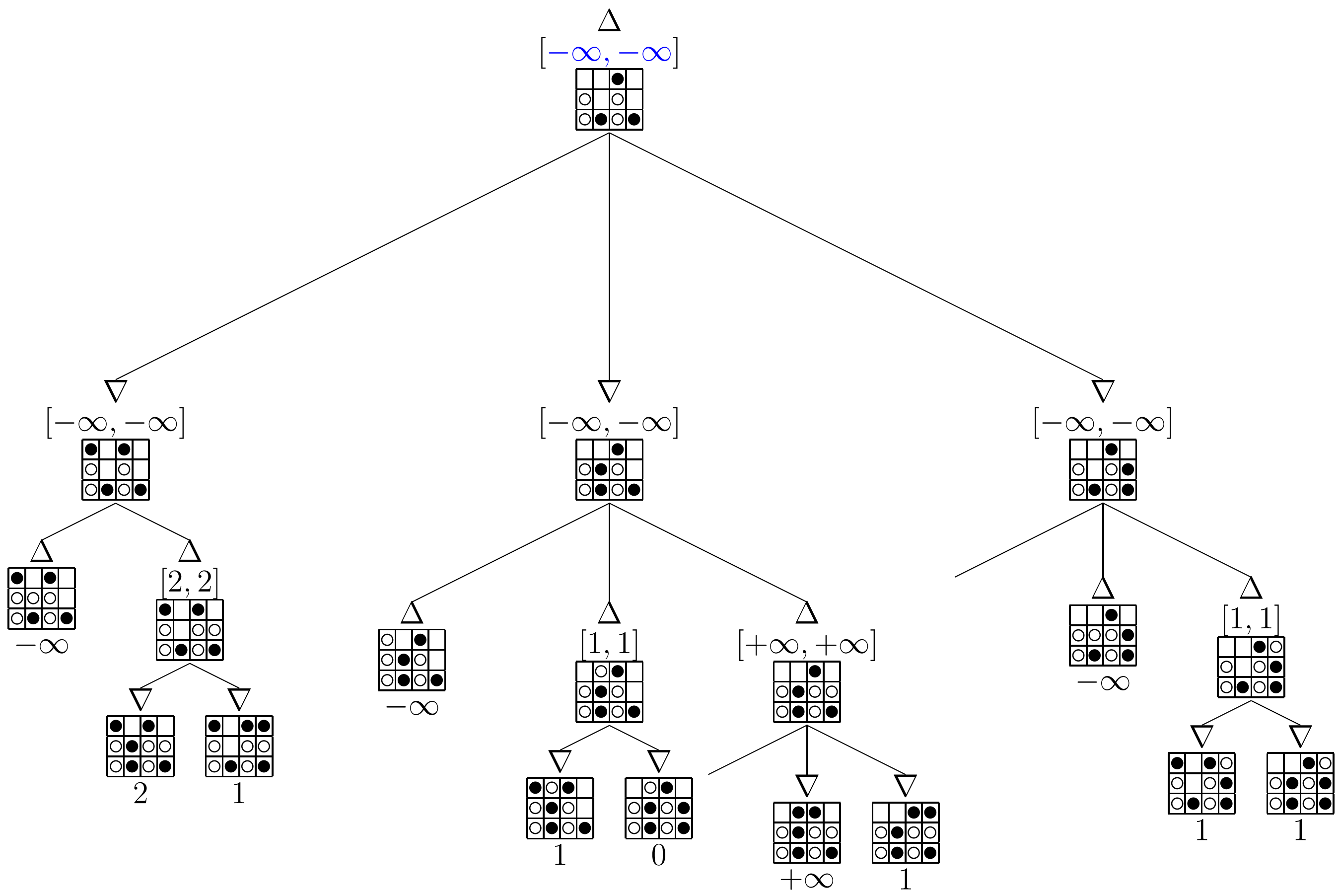
[−∞, +∞]
[−∞, 2]
[−∞, −∞]
[−∞, −∞]
[2, 2]
[1, 1]
[+∞, +∞]
[1, 1]
2
1
−∞
1
0
+∞
1
−∞
1
1



$[-\infty, +\infty]$
$[-\infty, 2]$
$[-\infty, -\infty]$
$[-\infty, -\infty]$
$-\infty$
$[2, 2]$
$-\infty$
$[1, 1]$
$[+\infty, +\infty]$
$-\infty$
$[1, 1]$
2
1
1
0
$+\infty$
1
1
1



[−∞, +∞]
[−∞, −∞]
[−∞, −∞]
[−∞, −∞]
−∞
[2, 2]
2
1
−∞
[1, 1]
[+∞, +∞]
1
0
+∞
1
−∞
[1, 1]
1
1


[−∞, −∞]
[−∞, −∞]
[−∞, −∞]
[−∞, −∞]
−∞
[2, 2]
2
1
−∞
[1, 1]
1
0
[+∞, +∞]
+∞
1
−∞
[1, 1]
1
1

Aufgabe 2.3

Beim *Minimax-Algorithmus* wird angenommen, daß die Spieler abwechselnd ziehen. Bei manchen Kartenspielen jedoch zieht immer der als nächster, der den vorigen Stich gemacht hat. Wie muß der *Minimax-Algorithmus* für diesen Fall geändert werden? Was bedeutet das für das α-β-Pruning?