

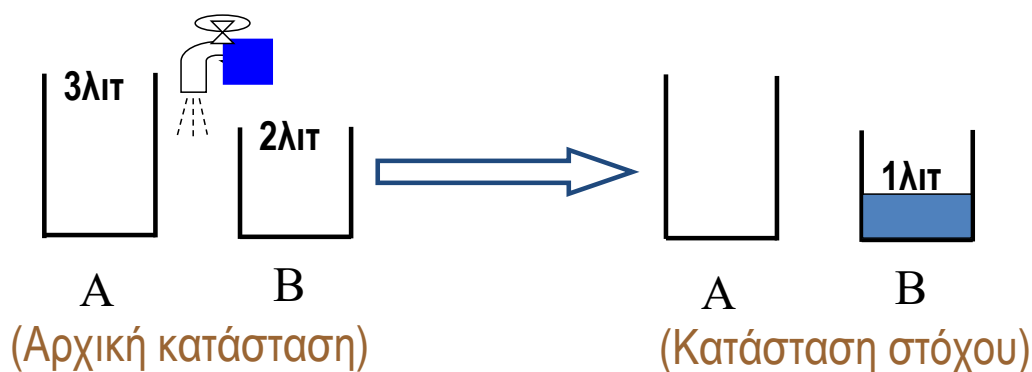
# Τεχνητή Νοημοσύνη

Επίλυση Προβλημάτων & Αναζήτηση (Φ)

Δρ. Δημήτριος Κουτσομητρόπουλος

## ΠΡΟΒΛΗΜΑ- ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Το πρόβλημα των 2 δοχείων



**Διαθέσιμες ενέργειες:**

- Γέμισε το δοχείο A
  - Γέμισε το δοχείο B
  - Άδειασε το δοχείο A
- κλπ

# ΑΣΚΗΣΗ

---

Λύστε το πρόβλημα των 2 δοχείων και καταγράψτε τη λύση σε φυσική γλώσσα.

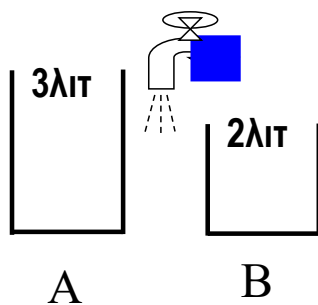
(5 λεπτά)

▶ 3

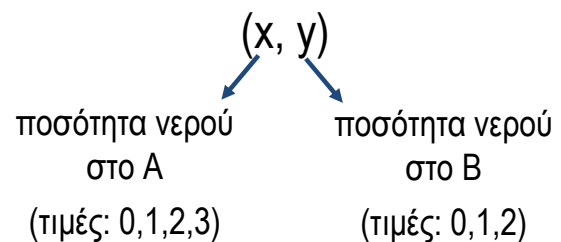
## ΠΡΟΒΛΗΜΑ- ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

---

Το πρόβλημα των 2 δοχείων



Αναπαράσταση κατάστασης



Αρχική κατάσταση:  $(0, 0)$

Τελικές καταστάσεις:  $(0, 1)$   
(κρίτήριο τερματισμού :  $x=0, y=1$ )

▶ 4

# ΠΡΟΒΛΗΜΑ- ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

---

## Χώρος Καταστάσεων

$S = \{(x, y): x \in \{0, 1, 2, 3\}, y \in \{0, 1, 2\}\}$ , δηλ.

$S = \{ (0, 0), (0,1) , (0, 2), (1, 0), (1, 1), (1, 2),$   
 $(2, 0), (2, 1), (2, 2), (3, 0), (3, 1), (3, 2)\}$

---

► 5

# ΠΡΟΒΛΗΜΑ- ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

---

## Τελεστές Δράσης

Περιγραφή Ενέργειας

T1: Γέμισε το δοχείο A

Προϋποθέσεις

$x < 3$

Αποτέλεσμα

$(3, y)$

---

► 6

# ΑΣΚΗΣΗ

---

Γράψτε τους υπόλοιπους τελεστές (πρώτα τις ενέργειες όλες, μετά τις προϋποθέσεις και τα αποτελέσματα)

(10 λεπτά)

---

▶ 7

## ΠΡΟΒΛΗΜΑ- ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

---

### Τελεστές Δράσης

<u>Περιγραφή Ενέργειας</u>	<u>Προϋποθέσεις</u>	<u>Αποτέλεσμα</u>
T1: Γέμισε το δοχείο A	$x < 3$	$(3, y)$
T2: Γέμισε το δοχείο B	$y < 2$	$(x, 2)$
T3: Άδειασε το δοχείο A	$x > 0$	$(0, y)$
T4: Άδειασε το δοχείο B	$y > 0$	$(x, 0)$
T5: Άδειασε το δοχείο A στο B	$x > 0, y < 2$	$\begin{cases} (x-(2-y), 2) & \text{αν } x \geq 2-y \\ (0, y+x) & \text{αν } x < 2-y \end{cases}$
T6: Άδειασε το δοχείο B στο A	$x < 3, y > 0$	$\begin{cases} (3, y-(3-x)) & \text{αν } y \geq 3-x \\ (y+x, 0) & \text{αν } y < 3-x \end{cases}$

---

▶ 8

# ΠΡΟΒΛΗΜΑ- ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

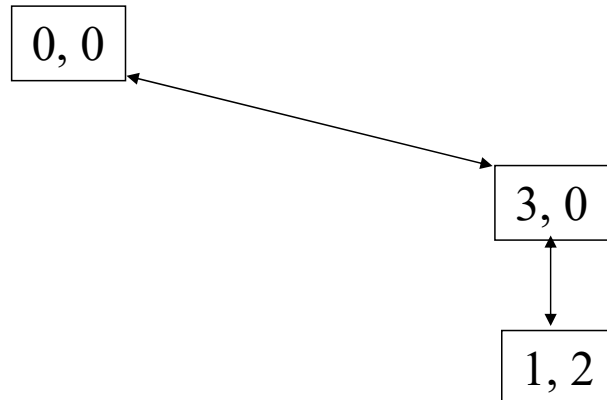
---

## Χώρος Καταστάσεων

$S = \{(x, y): x \in \{0, 1, 2, 3\}, y \in \{0, 1, 2\}\}$ , δηλ.

$S = \{(0, 0), (0,1), (0, 2), (1, 0), (1, 1), (1, 2),$   
 $(2, 0), (2, 1), (2, 2), (3, 0), (3, 1), (3, 2)\}$

## Γράφος καταστάσεων (μέρος)



---

▶ 9

# ΑΣΚΗΣΗ

---

Συμπληρώστε το γράφο καταστάσεων

(10 λεπτά)

---

▶ 10

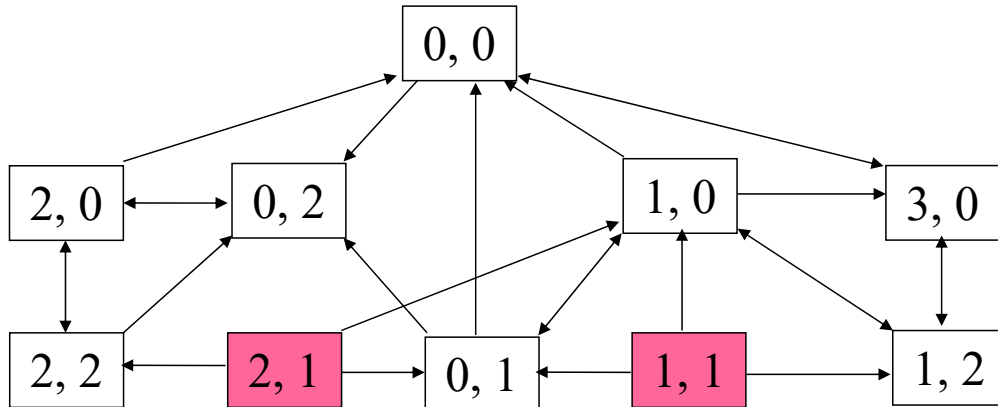
# ΠΡΟΒΛΗΜΑ- ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

## Χώρος Καταστάσεων

$S = \{(x, y): x \in \{0, 1, 2, 3\}, y \in \{0, 1, 2\}\}$ , δηλ.

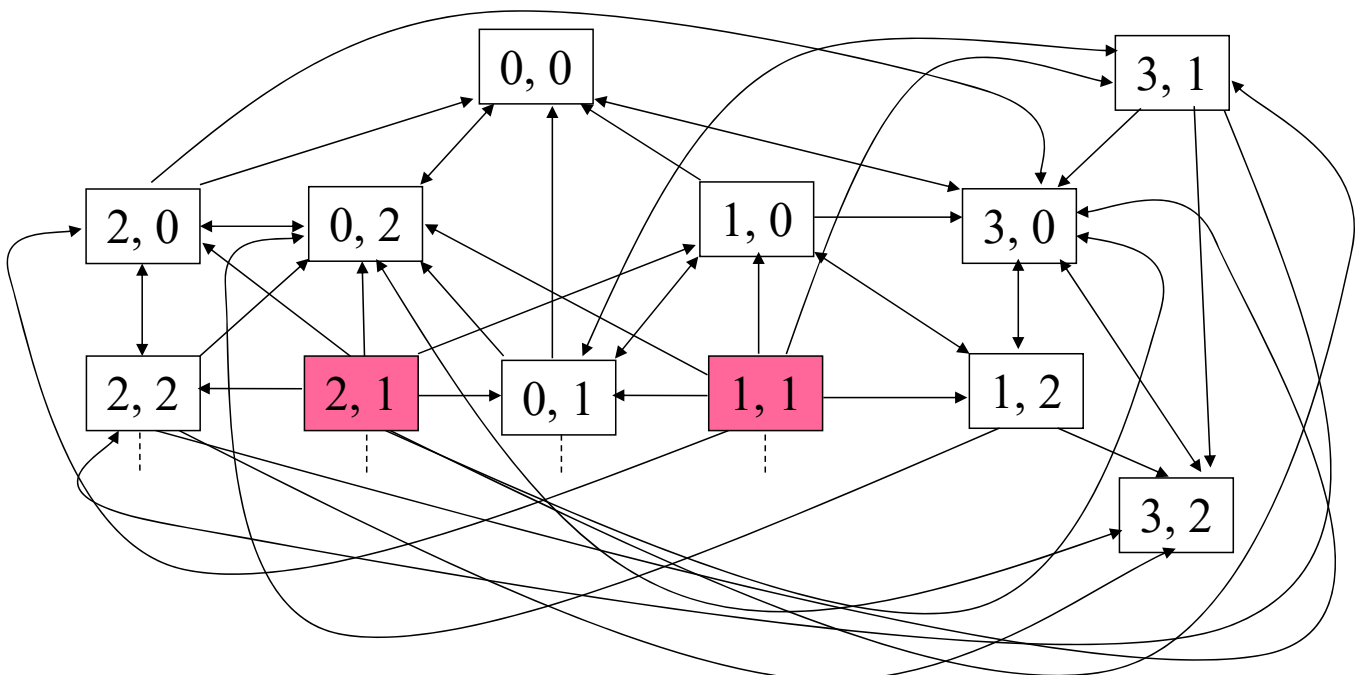
$S = \{(0, 0), (0,1), (0, 2), (1, 0), (1, 1), (1, 2), (2, 0), (2, 1), (2, 2), (3, 0), (3, 1), (3, 2)\}$

## Γράφος καταστάσεων (μέρος)

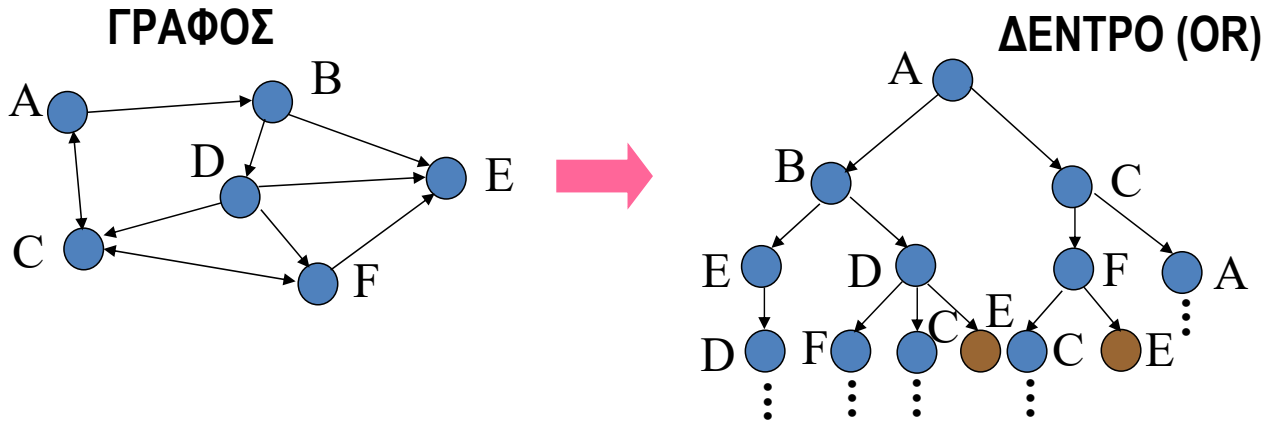


# ΠΡΟΒΛΗΜΑ- ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

## Γράφος καταστάσεων (!!!)



# ΓΡΑΦΟΣ/ΔΕΝΤΡΟ ΑΝΑΖΗΤΗΣΗΣ

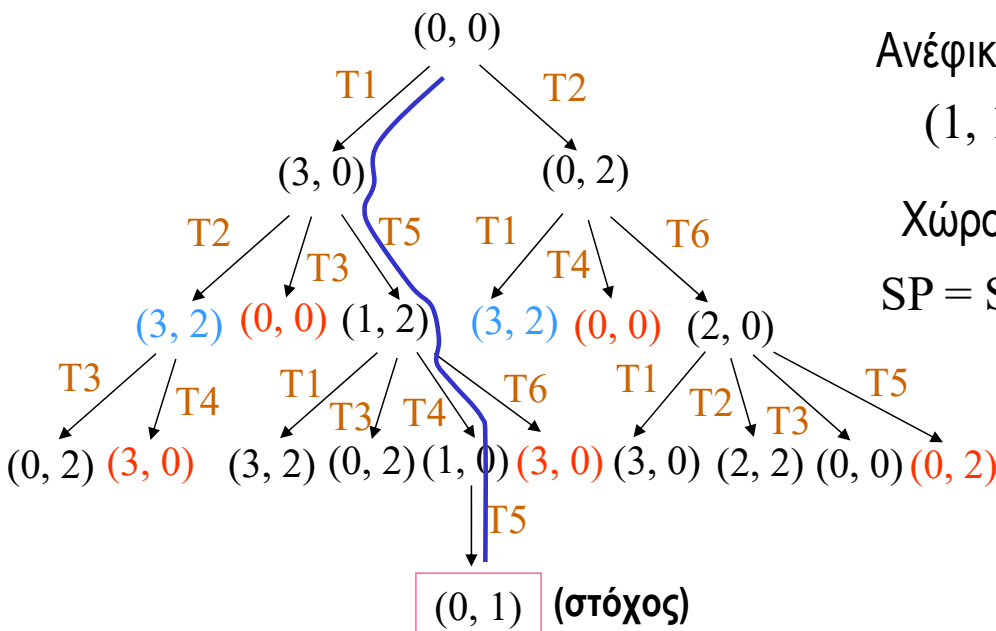


## Ορολογία Δέντρων

- ρίζα (root) → A
  - κόμβοι (nodes) → A, B, C, ...
  - ενδιάμεσοι κόμβοι → B, C, ...
  - κλάδοι (branches) → A-B, B-D, ...
  - φύλλα (leaves) → E
- απόγονος (descendant)
  - πρόγονος (ancestor)
  - παιδιά (children)
  - γονέας (parent)
  - αδέρφια (siblings)

# ΠΡΟΒΛΗΜΑ- ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

## Δέντρο Αναζήτησης (μέρος)



Ανέφικτες Καταστάσεις  
(1, 1) και (2, 1)

Χώρος Αναζήτησης  
 $SP = S - \{(1, 1), (2, 1)\}$

# ΣΥΖΗΤΗΣΗ

---

- Υπάρχει διαφορά ανάμεσα σε χώρο καταστάσεων και χώρο αναζήτησης;
- Η λύση σας ανιχνεύεται στο δέντρο αναζήτησης;

## Το παιχνίδι με τα σπέρτα

---

Το παιχνίδι των σπέρτων ανάμεσα σε δύο παίκτες, A και B, παίζεται ως εξής:

- ο A ξεκινάει και μετά εναλλάσσονται ως προς τη σειρά
- από ένα σωρό σπέρτων, ο παίκτης που έχει σειρά αφαιρεί 1, 2 ή 3 σπέρτα, με μία κίνηση
- αυτός που αφαιρεί το τελευταίο σπέρτο χάνει

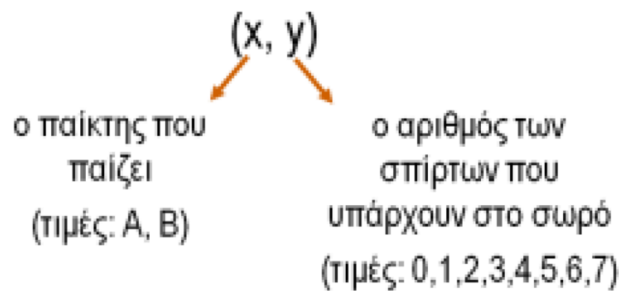
Ο αρχικός σωρός περιέχει 7 σπέρτα.

1. Βρείτε ένα τρόπο αναπαράστασης μιας κατάστασης.
2. Προσδιορίστε τους τελεστές δράσης.
3. Σχεδιάστε πλήρως ένα δέντρο αναζήτησης του προβλήματος.



# Αναπαράσταση

## Αναπαράσταση κατάστασης



Αρχική κατάσταση: (A, 7)

Τελικές καταστάσεις: (A, 0) ή (B, 0)  
(κριτήριο τερματισμού:  $x=A$  ή  $B, y=0$ )

► 17

## Τελεστές και χώρος καταστάσεων

### Τελεστές Δράσης

<u>Περιγραφή Ενέργειας</u>	<u>Προϋποθέσεις</u>	<u>Αποτέλεσμα</u>
1: Ο παίκτης αφαιρεί 1 σπίρτο (από το σωρό)	$y > 1$	(x, y-1)
2: Ο παίκτης αφαιρεί 2 σπίρτα (από το σωρό)	$y > 2$	(x, y-2)
3: Ο παίκτης αφαιρεί 3 σπίρτα (από το σωρό)	$y > 3$	(x, y-3)

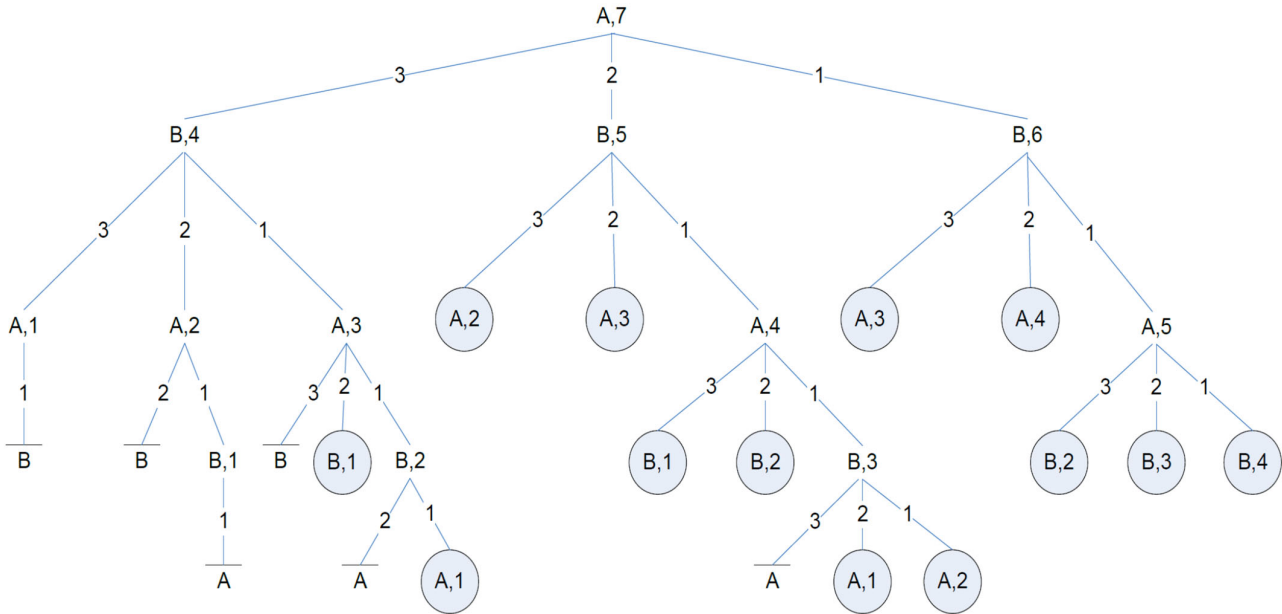
### Χώρος Καταστάσεων

$S = \{(x, y): x \in \{A, B\}, y \in \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}\}$ , δηλ.

$S = \{(A, 0), (A, 1), (A, 2), (A, 3), (A, 4), (A, 5), (A, 6), (A, 7),$   
 $(B, 0), (B, 1), (B, 2), (B, 3), (B, 4), (B, 5), (B, 6), (B, 7)\}$

► 18

# Δένδρο αναζήτησης



Η γραμμή πάνω από ένα γράμμα υποδηλώνει ότι ο αντίστοιχος παίκτης κερδίζει (A ή B). Εναλλακτικά, χρησιμοποιούμε το συμβολισμό A' για το νικητή (A). Η αναγραφή μιας κατάστασης σε κύκλο υποδηλώνει ότι έχει αναπτυχθεί πλήρως σε άλλο σημείο του σχήματος.

**Χώρος Αναζήτησης:**  
 $SP = S - \{(A, 6), (B, 7)\}$

▶ 19

## Το παιχνίδι με τα σπέρτα (συνέχεια)

- ▶ Κόστος: Πόσοι κόμβοι θα δημιουργηθούν;
  - ▶ Κόμβοι δημιουργούνται κατά την επέκταση του γονέα
  - ▶ Όμως **BFS**: έλεγχος κατά τη δημιουργία, όχι κατά την επέκταση
  - ▶ Μέχρι να βρεθεί η 1<sup>η</sup> λύση;
- ▶ Ποιο είναι το μονοπάτι που βρίσκει ο αλγόριθμος;
- ▶ Αν εφαρμόσετε:
  - ▶ Αναζήτηση κατά βάθος (BFS)
  - ▶ Αναζήτηση κατά πλάτος (DFS)

▶ 20