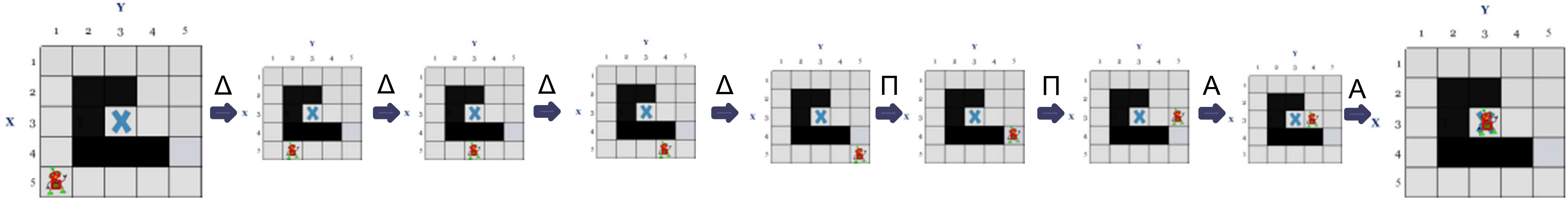
Το Πρόβλημα του Λαβυρίνθου

Στο **πρόβλημα του λαβυρίνθου** ένα ρομπότ βρίσκεται σε ένα τετράγωνο και πρέπει να μετακινηθεί σε ένα τετράγωνο-στόχο. Επιτρεπτές κινήσεις: Πάνω, Κάτω, Αριστερά, Δεξιά.



Κατάσταση: Αναπαριστούμε μία **κατάσταση** του προβλήματος με ένα **διατεταγμένο ζεύγος (X,Y)** όπου $X, Y \in \{1,2,3,4,5\}$ είναι οι συντεταγμένες που βρίσκεται το ρομπότ.

Τελεστές Δράσης: Ορίζουμε τους ακόλουθους 4 **τελεστές** οι οποίοι περιγράφουν τις κινήσεις που μπορεί να κάνει το ρομπότ:

ΠΑΝΩ: Μετακίνηση του ρομπότ μία θέση πάνω
Προϋποθέσεις: $X \neq 1$ και το τετράγωνο $(X-1, Y)$ δεν είναι εμπόδιο.
Αποτέλεσμα: Το ρομπότ μετακινείται στο τετράγωνο $(X-1, Y)$

ΚΑΤΩ: Μετακίνηση του ρομπότ μία θέση κάτω
Προϋποθέσεις: $X \neq 5$ και το τετράγωνο $(X+1, Y)$ δεν είναι εμπόδιο.
Αποτέλεσμα: Το ρομπότ μετακινείται στο τετράγωνο $(X+1, Y)$

ΑΡΙΣΤΕΡΑ: Μετακίνηση του ρομπότ μία θέση αριστερά
Προϋποθέσεις: $Y \neq 1$ και το τετράγωνο $(X, Y-1)$ δεν είναι εμπόδιο.
Αποτέλεσμα: Το ρομπότ μετακινείται στο τετράγωνο $(X, Y-1)$

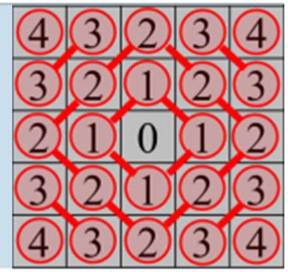
ΔΕΞΙΑ: Μετακίνηση του ρομπότ μία θέση δεξιά
Προϋποθέσεις: $Y \neq 5$ και το τετράγωνο $(X, Y+1)$ δεν είναι εμπόδιο.
Αποτέλεσμα: Το ρομπότ μετακινείται στο τετράγωνο $(X, Y+1)$

Συνάρτηση Πραγματικού Κόστους: Ορίζουμε ότι το **κόστος κάθε ακμής** είναι ίσο με 1 (ισοδύναμα το κόστος εφαρμογής των τελεστών μετάβασης είναι ίσο με 1).
g(n): Άθροισμα βαρών των ακμών από την αφετηρία έως τον κόμβο n.

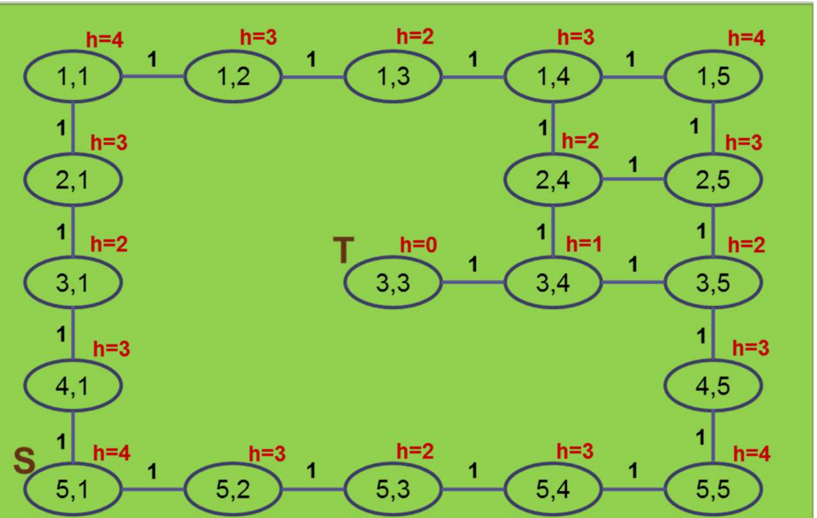
Ευρετική Συνάρτηση: Ορίζουμε ως ευρετική συνάρτηση την απόσταση Manhattan της κατάστασης (X,Y), από την κατάσταση-στόχο (X1,Y1):

manhattan ((X,Y),(X1,Y1)) = |X-X1|+|Y-Y1|

Παρατήρηση: Η ευρετική είναι **παραδεκτή**

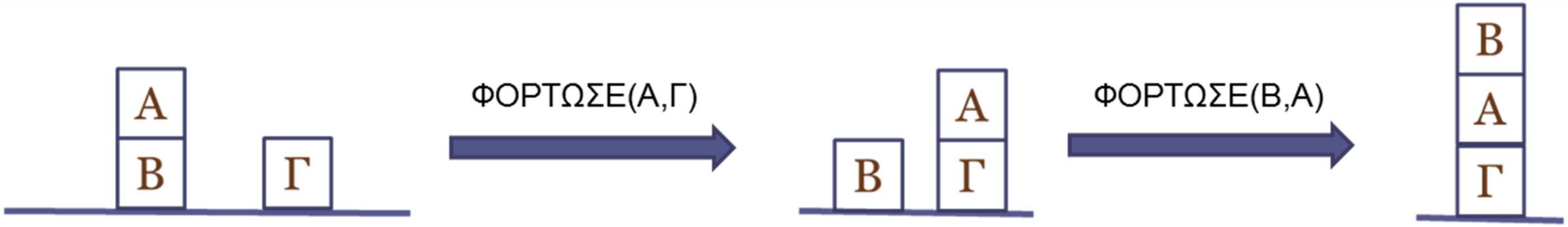


Γράφος Καταστάσεων:



Ο Κόσμος των Κύβων

Στον **κόσμο των κύβων**, επιτρέπεται να μετακινήσουμε έναν κύβο εφόσον δεν έχει άλλο κύβο πάνω του είτε πάνω στο τραπέζι είτε πάνω σε μία στοίβα κύβων. Η σειρά των στοιβών (από κύβους) στο τραπέζι δεν έχει σημασία, ενώ η σειρά των κύβων στις στοίβες έχει σημασία. Ζητείται να κάνουμε τις μετακινήσεις των κύβων ώστε να πάμε από μία αρχική σε μία τελική κατάσταση.



<u>Κατάσταση:</u> Αναπαριστούμε μία **κατάσταση** του προβλήματος με ένα **σύνολο στοιβών,** όπου κάθε στοίβα αναπαρίσταται με μία **διατεταγμένη n-άδα** με τα ονόματα των στοιβών όπως βρίσκονται στη στοίβα από πάνω προς τα κάτω.

Για παράδειγμα η αρχική και η τελική κατάσταση αναπαριστώνται ως εξής: {(Α,Β),(Γ)} και {(Β,Α,Γ)} αντίστοιχα

<u>Τελεστές Δράσης:</u> Ορίζουμε τους τελεστές ΦΟΡΤΩΣΕ(Χ,Υ) και ΞΕΦΟΡΤΩΣΕ(Χ) ως εξής:

ΦΟΡΤΩΣΕ(Χ,Υ): Μετακίνηση του κύβου Χ πάνω στον κύβο Υ

<u>Προϋποθέσεις:</u>

(1) Ο κύβος Χ δεν έχει άλλο κύβο πάνω του

(2) Ο κύβος Υ δεν έχει άλλο κύβο πάνω του

<u>Αποτέλεσμα:</u>

Ο κύβος Χ είναι πάνω στον κύβο Υ

ΞΕΦΟΡΤΩΣΕ(Χ): Μετακίνηση του κύβου Χ στο τραπέζι

<u>Προϋποθέσεις:</u>

(1) Ο κύβος Χ δεν είναι στο τραπέζι

(2) Ο κύβος Χ δεν έχει άλλο κύβο πάνω του

<u>Αποτέλεσμα:</u>

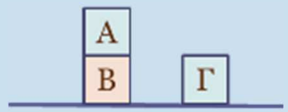
Ο κύβος Χ είναι στο τραπέζι

<u>Συνάρτηση Πραγματικού Κόστους:</u> Ορίζουμε ότι το **κόστος κάθε ακμής** είναι ίσο με 1 (ισοδύναμα το κόστος εφαρμογής των τελεστών μετάβασης είναι ίσο με 1).

g(n): Άθροισμα βαρών των ακμών από την αφετηρία έως τον κόμβο n.

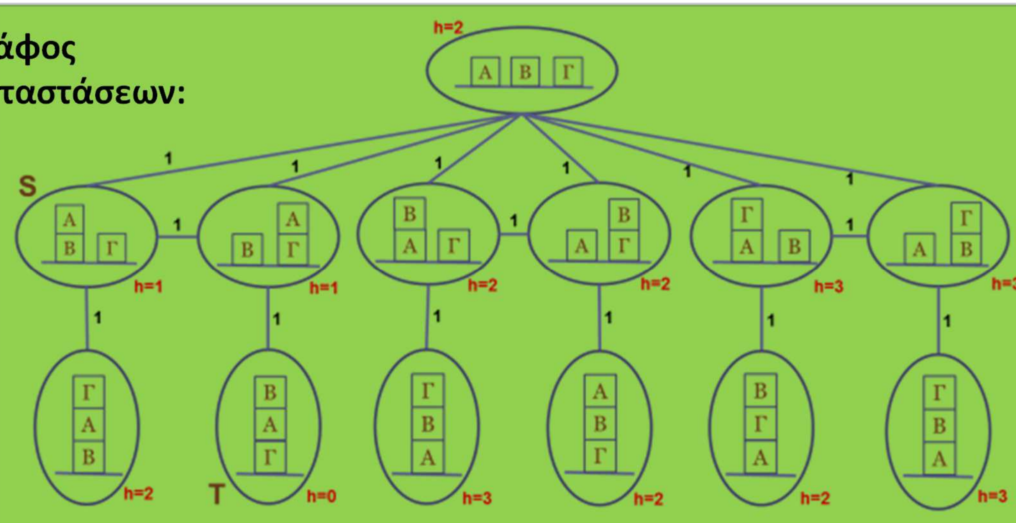
<u>Ευρετική Συνάρτηση:</u> Ορίζουμε ως ευρετική συνάρτηση, το πλήθος των κύβων που είναι σε **λάθος ύψος** σε σχέση με την κατάσταση-στόχο.

Παρατήρηση: Η ευρετική είναι **παραδεκτή**

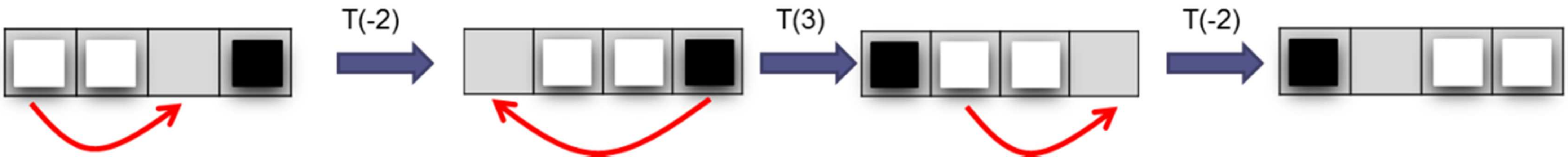


h({(Α,Β),(Γ)})=1

Γράφος Καταστάσεων:



Στο **Ευθύγραμμο Παζλ**, δίδεται ένα πλαίσιο 4 κενών θέσεων στο οποίο τοποθετούνται 3 πλακίδια εκ των οποίων τα δύο είναι άσπρα και το ένα είναι μαύρο. Οι κινήσεις που επιτρέπονται είναι μετακίνηση του πλακιδίου στην κενή θέση (δεξιά ή αριστερά) είτε απ΄ευθείας εφόσον είναι δίπλα του, είτε υπερπηδώντας άλλα πλακίδια.



<u>Κατάσταση:</u> Αναπαριστούμε μία **κατάσταση** του προβλήματος με έναν πίνακα 4 θέσεων που περιέχει τα γράμματα Λ (δύο φορές), Μ (μία φορά), Κ(συμβολίζει το κενό).

Για παράδειγμα η αρχική και η τελική κατάσταση αναπαριστώνται ως εξής: [Λ,Λ,Κ,Μ] και [Μ,Κ,Λ,Λ]

<u>Τελεστές Δράσης:</u> Ορίζουμε έναν τελεστή Τ(Χ) που συμβολίζει την μετακίνηση του κενού!

Θεωρώντας ότι το κενό είναι στη θέση $\Upsilon \in \{1,2,3,4\}$, έχουμε ότι:

Τ(Χ): Μετακίνηση του κενού Χ θέσεις {-3,-2,-1: Αριστερά, 1,2,3: Δεξιά}
<u>Προϋποθέσεις:</u> $1 \leq \Upsilon + X \leq 4$
<u>Αποτέλεσμα:</u> Το πλακίδιο στην θέση Υ+Χ μετακινείται στη θέση του κενού.

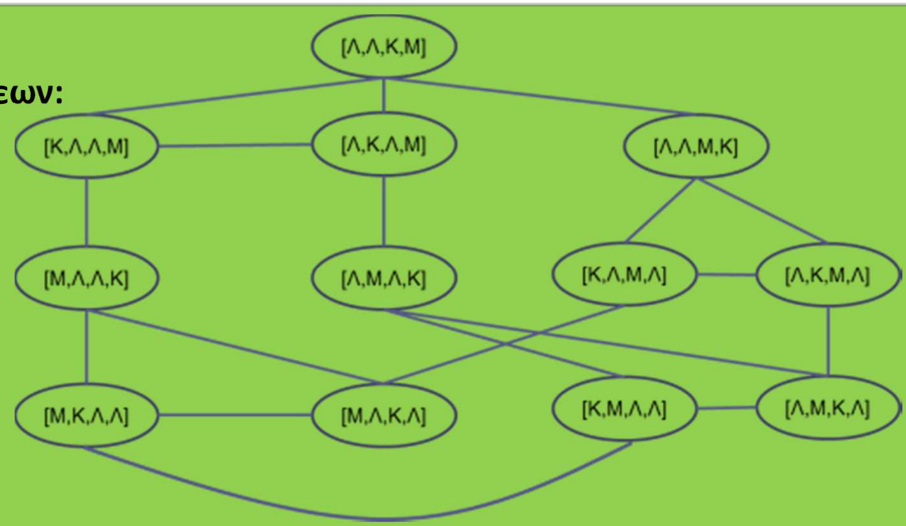
<u>Συνάρτηση Πραγματικού Κόστους:</u> Ορίζουμε ότι το **κόστος κάθε ακμής** είναι ίσο με 1 (ισοδύναμα το κόστος εφαρμογής των τελεστών μετάβασης είναι ίσο με 1).
g(n): Άθροισμα βαρών των ακμών από την αφετηρία έως τον κόμβο n.

<u>Ευρετική Συνάρτηση:</u> Ορίζουμε ως ευρετική συνάρτηση, το **πλήθος των πλακιδίων** που είναι σε **λάθος θέση** σε σχέση με την κατάσταση-στόχο.

Παρατήρηση: Η ευρετική είναι **παραδεκτή**

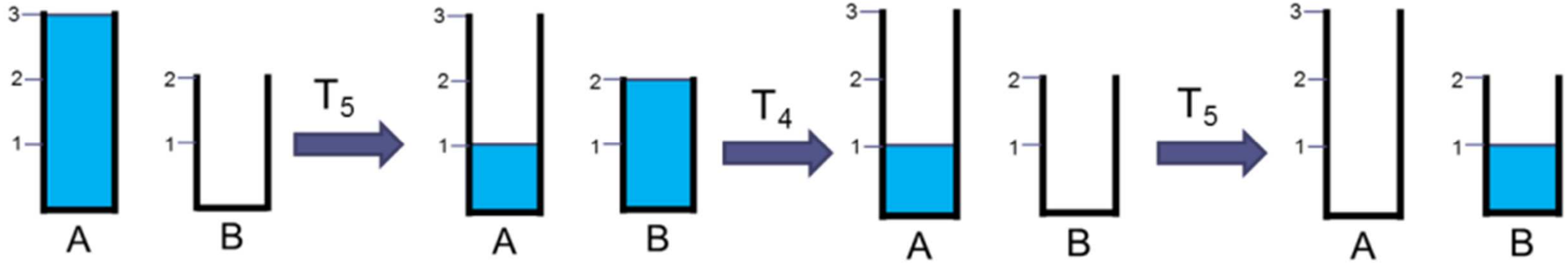
h([Λ,Λ,Κ,Μ])=3

Γράφος Καταστάσεων:



Το Πρόβλημα των Δοχείων

Στο **Πρόβλημα των Δοχείων** δίνονται δύο δοχεία Α και Β με χωρητικότητα 3 lt και 2 lt αντίστοιχα. Επιτρέπεται να γεμίσουμε (πλήρως) ένα δοχείο από τη βρύση, να αδειάσουμε ένα δοχείο ή να αδειάσουμε (όσο χωράει) από το ένα δοχείο στο άλλο.



Κατάσταση: Αναπαριστούμε μία **κατάσταση** του προβλήματος με ένα διατεταγμένο ζεύγος **(X,Y)** όπου X είναι τα λίτρα στο δοχείο Α και Y είναι τα λίτρα στο δοχείο Β.
Για παράδειγμα η αρχική και η τελική κατάσταση αναπαριστώνται ως εξής: **(3,0)** και **(0,1)** αντίστοιχα.

Τελεστές Δράσης: Ορίζουμε τους ακόλουθους 6 **τελεστές** που μοντελοποιούν τις επιτρεπτές ενέργειες:

T_1: Γέμισε το δοχείο Α
Προϋποθέσεις:
Το δοχείο Α δεν είναι γεμάτο (X≠3)
Αποτέλεσμα:
Το δοχείο Α είναι γεμάτο (X=3)

T_2: Γέμισε το δοχείο Β
Προϋποθέσεις:
Το δοχείο Β δεν είναι γεμάτο (Y≠2)
Αποτέλεσμα:
Το δοχείο Α είναι γεμάτο (Y=2)

T_3: Άδειασε το δοχείο Α
Προϋποθέσεις:
Το δοχείο Α δεν είναι άδειο (X≠0)
Αποτέλεσμα:
Το δοχείο Α είναι άδειο (X=0)

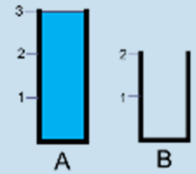
T_4: Άδειασε το δοχείο Β
Προϋποθέσεις:
Το δοχείο Β δεν είναι άδειο (Y≠0)
Αποτέλεσμα:
Το δοχείο Β είναι άδειο (Y=0)

T_5: Άδειασε το δοχείο Α στο δοχείο Β
Προϋποθέσεις:
(1) Το δοχείο Α δεν είναι άδειο (X≠0)
(2) Το δοχείο Β δεν είναι γεμάτο (Y ≠2)
Αποτέλεσμα:
Αδειάζουμε (όσο χωράει) από το Α στο Β
Αν |X+Y|≤2 τότε νέα κατάσταση: (0,X+Y)
Αν |X+Y|>2 τότε νέα κατάσταση: (X-(2-Y),2)

T_6: Άδειασε το δοχείο Β στο δοχείο Α
Προϋποθέσεις:
(1) Το δοχείο Β δεν είναι άδειο (Y≠0)
(2) Το δοχείο Α δεν είναι γεμάτο (X≠3)
Αποτέλεσμα:
Αδειάζουμε (όσο χωράει) από το Β στο Α
Αν |X+Y|≤3 τότε νέα κατάσταση: (X+Y,0)
Αν |X+Y|>3 τότε νέα κατάσταση: (3,Y-(3-X))

Συνάρτηση Πραγματικού Κόστους: Ορίζουμε ότι το **κόστος κάθε ακμής** είναι ίσο με 1 (ισοδύναμα το κόστος εφαρμογής των τελεστών μετάβασης είναι ίσο με 1).
g(n): Άθροισμα βαρών των ακμών από την αφετηρία έως τον κόμβο n.

Ευρετική Συνάρτηση: Ορίζουμε ως ευρετική συνάρτηση, το άθροισμα των απολύτων διαφορών των λίτρων των δοχείων σε σχέση με την κατάσταση στόχο: f(X,Y)=|X-0|+|Y-1|
Παρατήρηση: Η ευρετική είναι **ΔΕΝ είναι παραδεκτή**



f(3,0)=
|3-0|+|0-1|=4

Γράφος Καταστάσεων: