

Μάθημα 5

ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ

Αλγόριθμοι Αναζήτησης Λύσης

Πηγές

1. S. Russell, P. Norvig, “Τεχνητή Νοημοσύνη: Μια σύγχρονη προσέγγιση”, Εκδόσεις Κλειδάριθμος, 2005 (Επιμέλεια Ι. Ρεφανίδης)
2. Ι. Βλαχάβας, Π. Κεφαλάς, Ν. Βασιλειάδης, Φ. Κόκκορας, Η. Σακελλαρίου. Τεχνητή Νοημοσύνη - Γ' Έκδοση, Εκδόσεις Πανεπιστημίου Μακεδονίας, 2011

Αλγόριθμοι Αναζήτησης Λύσης

Θα ασχοληθούμε με αλγόριθμους αναζήτησης λύσης ενός προβλήματος που έχει περιγραφεί στον Χώρο Κατάστασης

Αλγόριθμοι Αναζήτησης Λύσης

- Επαναληπτικές διαδικασίες που βασίζονται στην εύρεση μιας λύσης που έχει το μικρότερο κόστος
- Η έννοια του μικρότερου κόστους αναφέρεται σε

- Καλύτερη λύση
- Υπολογιστικό κόστος

Είναι δύο αντικρουόμενες έννοιες

- ❖ Καλύτερη λύση αντιστοιχεί σε μεγαλύτερο υπολογιστικό κόστος
- ❖ Μικρότερο υπολογιστικό κόστος αντιστοιχεί σε χειρότερη λύση

Βέλτιστη στρατηγική είναι να επιτύχουμε ένα αντιστάθμισμα των δύο αυτών αντίθετων ενεργειών

- Δεν αντανakλούν πάντα τον τρόπο της ανθρώπινης σκέψης
Αλλά....
- Αποτελούν μια σαφή μαθηματική μεθοδολογία

Αλγόριθμοι Αναζήτησης Λύσης

A. Χώρος Αναζήτησης Λύσης

- Ο Αλγόριθμος Αναζήτησης Λύσης θα προσπαθήσει να βρει λύση στον χώρο κατάστασης
- Πιο συγκεκριμένα θα ψάξει να βρει λύση σε ένα υποσύνολο του χώρου καταστάσεων που ορίζεται από
 - Την αρχική κατάσταση
 - Τους τελεστές μετάβασης
- Ο χώρος αναζήτησης λύσης είναι, δηλαδή, όλες οι έγκυρες καταστάσεις που μπορεί να προκύψουν αρχής γενομένης με την αρχική κατάσταση και εφαρμόζοντας τους τελεστές μετάβασης

Αλγόριθμοι Αναζήτησης Λύσης

B. Λυμένο Πρόβλημα

$$P_S = (V, A, F, G_S)$$

V : Το σύνολο όλων των καταστάσεων που εξέτασε ο αλγόριθμος, το οποίο είναι υποσύνολο του χώρου αναζήτησης λύσης (το τελευταίο είναι υποσύνολο του χώρου κατάστασης)

A : Ο τύπος του αλγόριθμου που χρησιμοποιήθηκε

F : Το σύνολο λύσεων που βρέθηκαν

G_S : Το σύνολο των τελικών καταστάσεων που εξετάστηκαν

Αλγόριθμοι Αναζήτησης Λύσης

Γ. Διαδικασία Επιλογής ενός Αλγόριθμου Αναζήτησης

Τα κριτήρια επιλογής ενός αποδοτικού αλγόριθμου για το πρόβλημα που θέλουμε να λύσουμε είναι:

- Η ταχύτητα επεξεργασίας του αλγόριθμου
- Η μνήμη που χρησιμοποιεί
- Η ευκολία υλοποίησής του
- Ο αριθμός των καταστάσεων που θα χρησιμοποιηθούν (δηλ. το μέγεθος του χώρου αναζήτησης)
- Η δυνατότητα εύρεσης βέλτιστης λύσης, εφόσον αυτή υπάρχει
- Ο τελικός αριθμός πιθανών λύσεων
- Η ποιότητα των πιθανών λύσεων

Αλγόριθμοι Αναζήτησης Λύσης

Δ. Δέντρο

- Είναι ένας τρόπος δομημένης αποθήκευσης και επεξεργασίας των δεδομένων/πληροφορίας
- Αναπαριστά είτε καταστάσεις είτε τα δεδομένα αυτά καθαυτά με την χρήση κόμβων είτε και τα δύο μαζί
- Ένας κόμβος μπορεί να περιέχει μία κατάσταση (snapshot) και ένα ή περισσότερα δεδομένα
- Εκτός από την αποδοτική αποθήκευση μπορεί να δώσει και συσχετίσεις μεταξύ των κόμβων (δεδομένων) και να υλοποιήσει/οπτικοποιήσει μία σχεσιακή βάση δεδομένων
- Δίνει την ροή πληροφορίας μεταξύ των δεδομένων και τις συσχετίσεις αυτών με την χρήση μιας ιεραρχικής δομής αναπαράσταση αυτής της ροής πληροφορίας

Αλγόριθμοι Αναζήτησης Λύσης

Δ. Δέντρο

Βασικά Χαρακτηριστικά

1. **Κόμβος:** αντιστοιχεί σε μία κατάσταση του χώρου κατάστασης
2. **Ρίζα:** είναι ο αρχικός κόμβος του δέντρου και αντιστοιχεί στην αρχική κατάσταση
3. **Επίπεδο Κόμβων:** Είναι το σύνολο των κόμβων που ισαπέχουν από την ρίζα (βρίσκονται δηλ. στο ίδιο επίπεδο όσο αναφορά την ρίζα του δέντρου)
4. **Φύλλο:** Είναι ένας κόμβος μέσα στο δέντρο, ο οποίος αντιστοιχεί στην τελική κατάσταση ή σε μία ενδοιάμεση κατάσταση στην οποία είτε δεν μπορεί να εφαρμοστεί κανένας τελεστής μετάβασης είτε αν εφαρμοστεί θα δώσει μία κατάσταση, η οποία υπάρχει ήδη σε προηγούμενο ή και στο ίδιο επίπεδο
5. **Κλαδί:** Τελεστής μετάβασης που συνδέει δύο κόμβους και άρα μετατρέπει την κατάσταση του πρώτου κόμβου στην κατάσταση του δεύτερου κόμβου

Αλγόριθμοι Αναζήτησης Λύσης

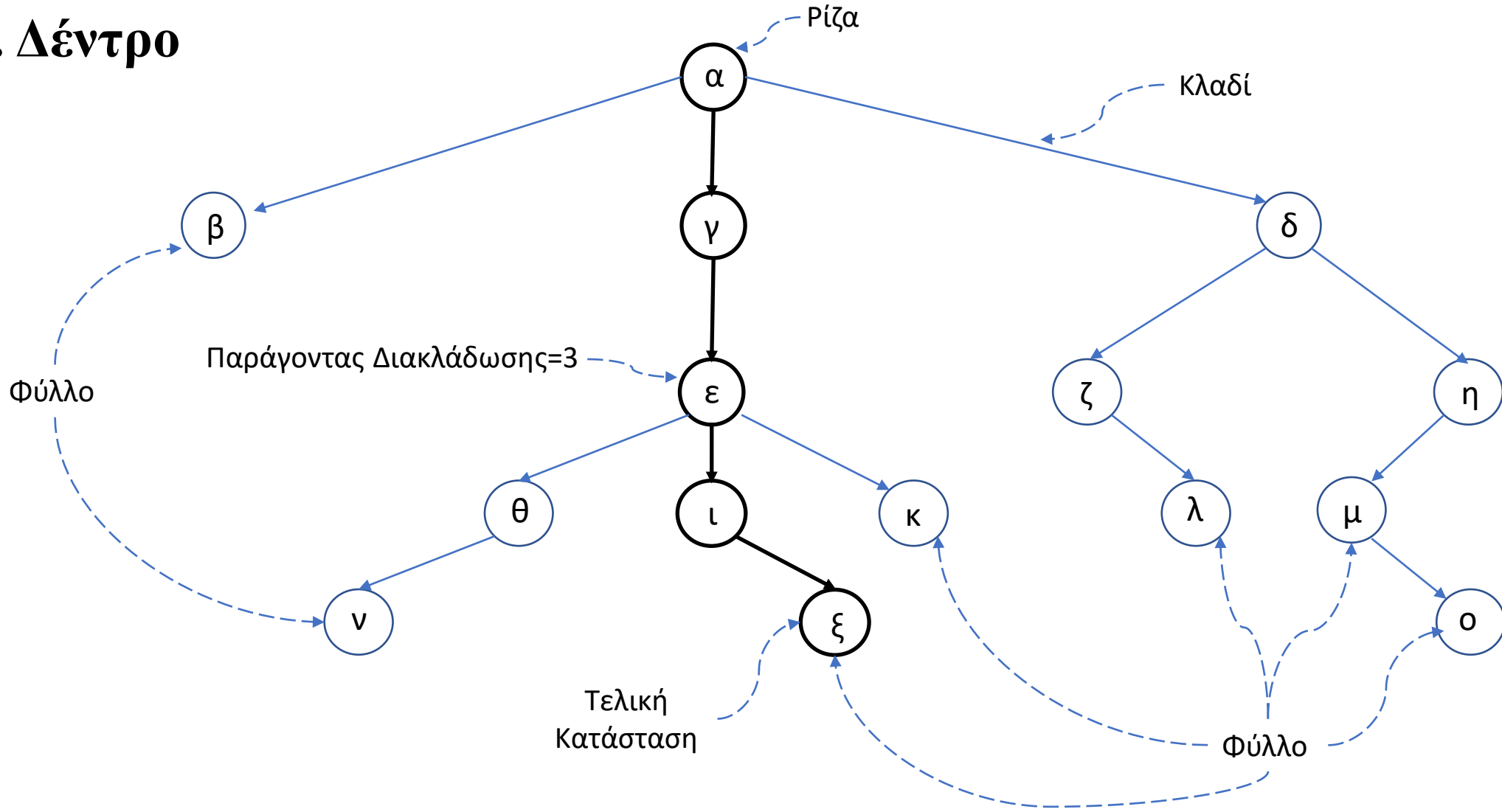
Δ. Δέντρο

Βασικά Χαρακτηριστικά

- 6. Κόμβος Πατέρας:** είναι ο κόμβος που μπορεί να δώσει έναν ή περισσότερους κόμβους με την εφαρμογή τελεστών μετάβασης. Οι παραγόμενοι κόμβοι λέγονται παιδιά του εν λόγω κόμβου και βρίσκονται πάντα στο ίδιο επίπεδο και λέγονται αδέρφια
- 7. Λύση:** Είναι το μονοπάτι που ενώνει την αρχική κατάσταση με την τελική κατάσταση
- 8. Επέκταση:** Η διαδικασία παραγωγής όλων των πιθανών κόμβων (καταστάσεων) παιδιών ενός κόμβου
- 9. Παράγοντας Διακλάδωσης:** Ο αριθμός των κόμβων (καταστάσεων) παιδιών που προκύπτουν από μία Επέκταση

Αλγόριθμοι Αναζήτησης Λύσης

Δ. Δέντρο



Λύση: Το μαύρο μονοπάτι

Αλγόριθμοι Αναζήτησης Λύσης

Τύποι Αλγόριθμων Αναζήτησης

```
graph TD; Root[Τύποι Αλγόριθμων Αναζήτησης] --> Left[Αλγόριθμοι Τυφλής (Μη-Πληροφορημένης) Αναζήτησης]; Root --> Right[Αλγόριθμοι Πληροφορημένης Αναζήτησης]; Left --> L1[Αναζήτηση Πρώτα σε Βάθος]; Left --> L2[Αναζήτηση Ομοιόμορφου Κόστους]; Left --> L3[Αναζήτηση Πρώτα σε Πλάτος]; Right --> R1[Άπληστη Αναζήτηση (Πρώτα στο Καλύτερο)]; Right --> R2[Αναζήτηση με Γράφους]; Right --> R3[Αναζήτηση A*];
```

Αλγόριθμοι Τυφλής
(Μη-Πληροφορημένης)
Αναζήτησης

Αλγόριθμοι
Πληροφορημένης Αναζήτησης

Αναζήτηση Πρώτα σε
Βάθος

Αναζήτηση
Ομοιόμορφου Κόστους

Αναζήτηση Πρώτα σε
Πλάτος

Άπληστη Αναζήτηση
(Πρώτα στο Καλύτερο)

Αναζήτηση με Γράφους

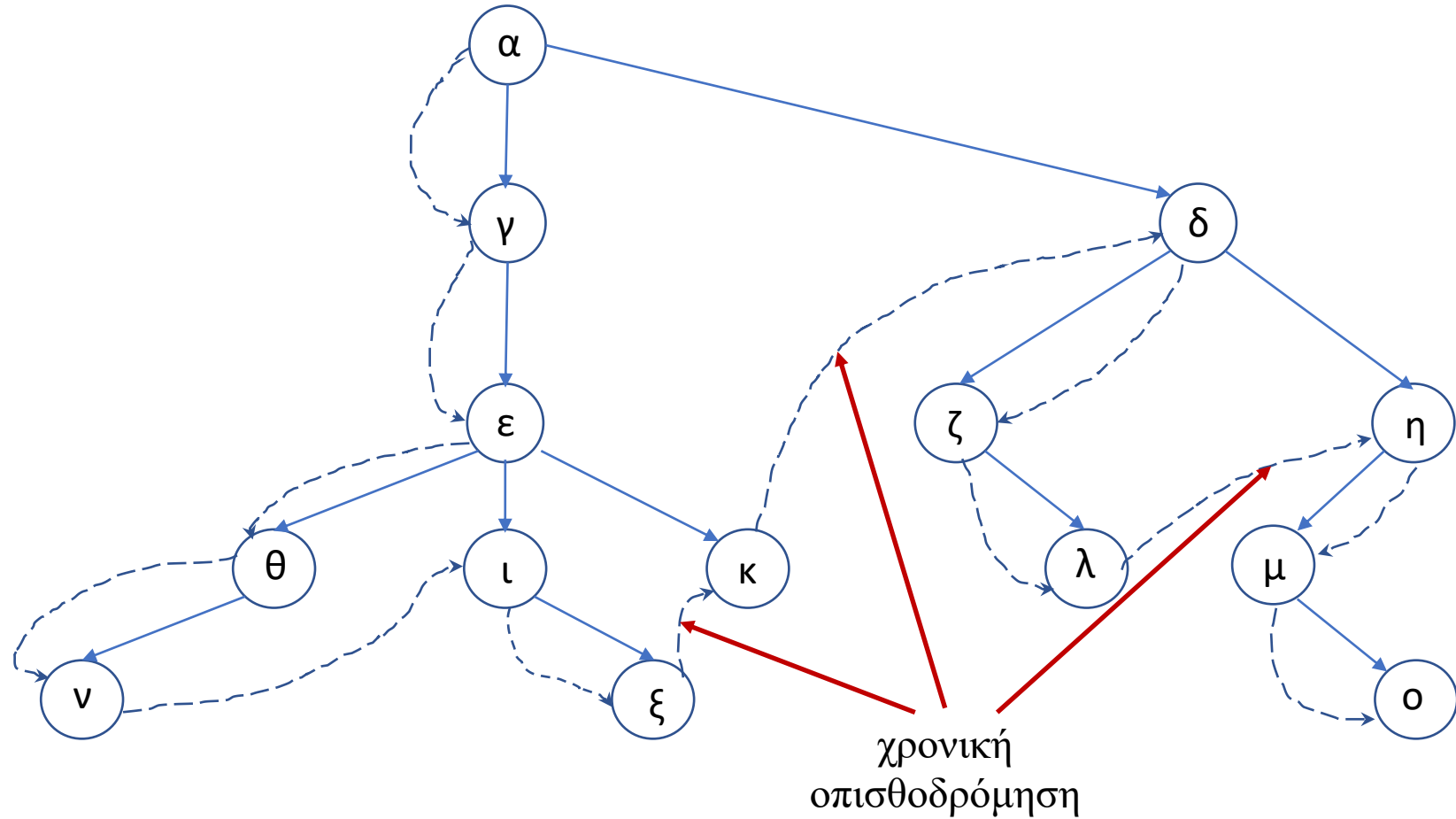
Αναζήτηση A*

Αλγόριθμος Αναζήτησης Πρώτα σε Βάθος (Depth First Search Algorithm-DFS)

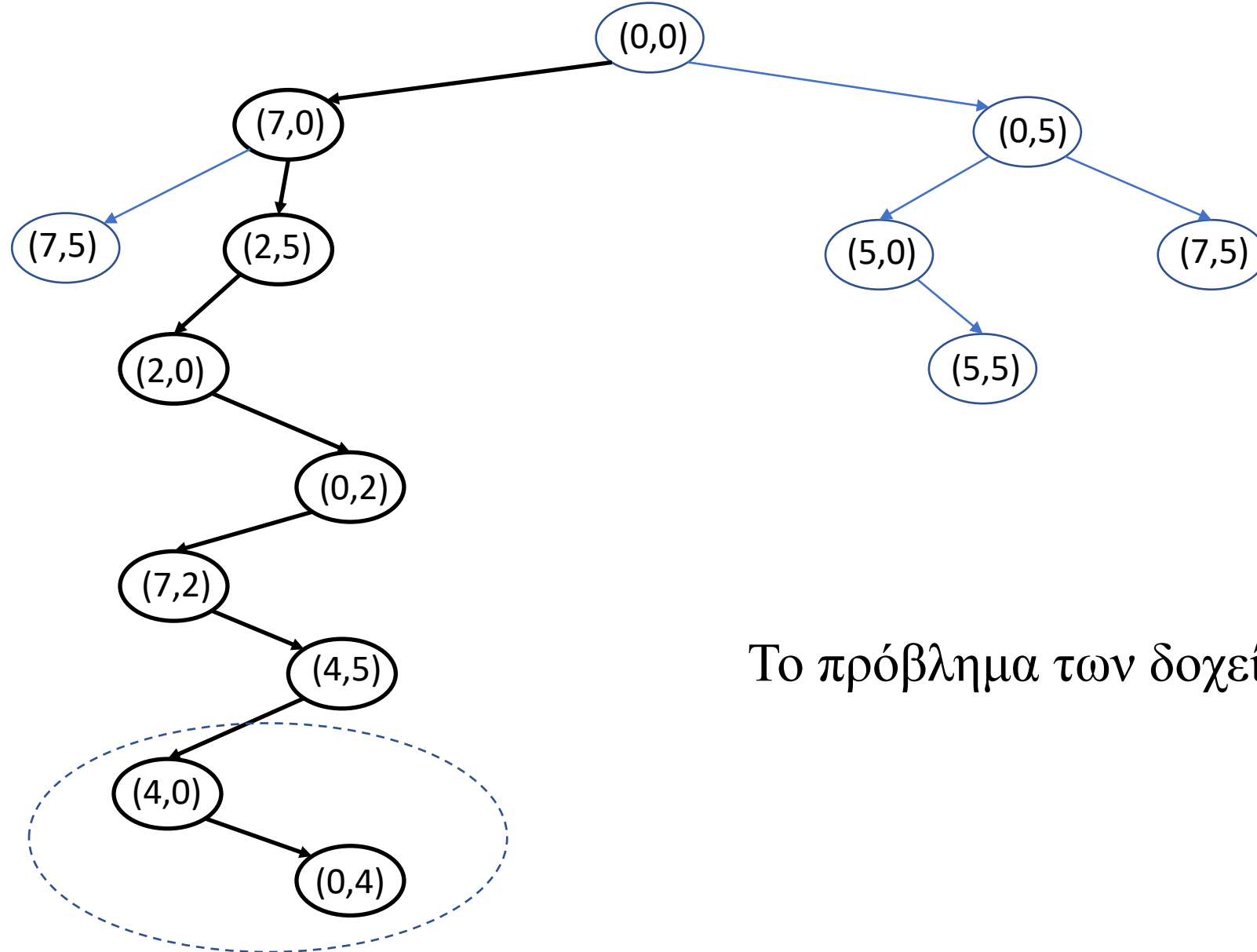
Ο αλγόριθμος DFS διατρέχει το δέντρο αναζήτησης λύσης του προβλήματος ως εξής:

- Αρχίζει από την ρίζα και επιλέγει τυχαία ένα κόμβο-παιδί της ρίζας
- Διατρέχει όλο το παρακλάδι που αρχίζει από τον εν λόγω κόμβο πηγαίνοντας πάντα σε μεγαλύτερο βάθος μέσα στο δέντρο και γυρίζοντας πίσω σε κάθε παρακλάδι που υπάρχει στο ενδιάμεσο
- Όταν φτάσει στο βαθύτερο σημείο όλου του παρακλαδιού βρίσκει μία λύση και την αποθηκεύει
- Στην συνέχεια γυρίζει σε άλλον κόμβο-παιδί της ρίζας του δέντρου και διατρέχει το παρακλάδι που αρχίζει από αυτόν με τον ίδιο τρόπο αποθηκεύοντας την λύση που βρήκε
- Συνεχίζει μέχρι να εξαντληθούν όλα τα παρακλάδια που αρχίζουν από παιδιά-κόμβους της ρίζας
- Συγκρίνει τις λύσεις που βρήκε και επιλέγει την καλύτερη.

Αλγόριθμος Αναζήτησης Πρώτα σε Βάθος (Depth First Search Algorithm)



Αλγόριθμος Αναζήτησης Πρώτα σε Βάθος (Depth First Search Algorithm)



Το πρόβλημα των δοχείων

Αλγόριθμος Αναζήτησης Πρώτα σε Βάθος (Depth First Search Algorithm-DFS)

Η διεργασία με βάση την οποία ο αλγόριθμος από ανεβαίνει από ένα χαμηλό επίπεδο σε ένα υψηλότερο λέγεται *χρονική οπισθοδρόμηση (chronological backtracking)*

Πλεονεκτήματα του DFS

- Μικρές απαιτήσεις σε μνήμη γιατί
 - το μέτωπο της αναζήτησης δεν μεγαλώνει και έτσι η μνήμη που χρειάζεται για να θυμάται τις καταστάσεις των κόμβων που επισκέπτεται είναι μικρή
 - αποθηκεύει μόνο τις καταστάσεις που βρίσκονται στα πιο μακρινά (βαθιά) επίπεδα και μετά τις συγκρίνει για να βρει την βέλτιστη
- Μικρό υπολογιστικό κόστος γιατί δεν χρειάζεται να διατρέξει όλο τους κόμβους του δέντρου

Μειονεκτήματα του DFS

- Υπάρχει πιθανότητα να μην μπορέσει να βρει την καλύτερη λύση γιατί στην συνήθη περίπτωση δεν ελέγχει όλο το δέντρο
- Μπορεί να “φυλακιστεί” σε μία σειρά κόμβων και να τους επισκέπτεται επ’ άπειρον

Καλό Απόγευμα