

Πανεπιστήμιο Μακεδονίας



Τμήμα Εφαρμοσμένης Πληροφορικής

1η Εργασία

Μάθημα: ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ

Θέμα: Το πρόβλημα του Knuth

Παρασκευή Ξανθοπούλου (it1490)

Καθηγητής: Ιωάννης Ρεφανίδης

Ακαδημαϊκό Έτος: 2022-2023

Θεσσαλονίκη, Δεκέμβριος 2022

Περιεχόμενα

1 Περιγραφή αλγορίθμων	3
1.1 Πρώτα σε Πλάτος - BFS	3
1.2 Επαναληπτική Εκβάθυνση - IDDFS	4
2 Αποτελέσματα	6
3 Πειραματική αξιολόγηση των αλγορίθμων	8

1 Περιγραφή αλγορίθμων

Σχόλια που αφορούν και τους δύο αλγόριθμους:

- Γίνεται έλεγχος για τιμές που έχουν εμφανιστεί ήδη (uniqueValues), ώστε να μην επεκταθεί το κλαδί τους (ο έλεγχος γίνεται με απόκλιση $\epsilon = 0.00000001$, δηλαδή αν η διαφορά τους είναι μικρότερη του ϵ θεωρούνται ίσοι)
- Για τη δημιουργία κόμβου παραγοντικού (στον κατασκευαστή της κλάσης FactorialNode), πριν τον υπολογισμό της τιμής του κόμβου ελέγχεται αν η τιμή του κόμβου-γονιού είναι ακέραιος αριθμός και αν η τιμή του παραγοντικού που πρέπει να υπολογιστεί είναι υπολογίσιμη - δηλαδή αν η τιμή του γονιού είναι μικρότερη ενός ορίου (επιλέχθηκε ως όριο το 2000 μετά από δοκιμές). Αλλιώς ανατίθεται η τιμή -1 και το κλαδί δεν επεκτείνεται περαιτέρω
- Για τις πράξεις των τιμών των κόμβων χρησιμοποιήθηκαν οι κλάσεις BigInteger και BigDecimal (αναπαριστούν πολυ μεγάλους ακέραιους και δεκαδικούς αριθμούς αντίστοιχα)

1.1 Πρώτα σε Πλάτος - BFS

Αλγόριθμος

Μέθοδος boolean **searchBFS** (int searchValue)

1. Δημιούργησε κόμβο με τιμή 4 (firstNode)
2. Πρόσθεσε τον κόμβο στη λίστα μέτωπο (frontier)
3. Πρόσθεσε την τιμή 4 στη λίστα με μοναδικές τιμές (uniqueValues)
4. Έλεγχε αν η τιμή του κόμβου ισούται με την τιμή αναζήτησης (searchValue) - αν ναι εκτύπωσε το μονοπάτι (path) του κόμβου και return true
5. Όσο found = false, επανέλαβε
6. Για κάθε κόμβο της λίστας μέτωπο, επανέλαβε
7. Για counter = 1 έως 3
 - Αν counter = 1, δημιούργησε παιδί κόμβο - ρίζα
 - Αν counter = 2, δημιούργησε παιδί κόμβο - παραγοντικό
 - Αν counter = 3, δημιούργησε παιδί κόμβο - πάτωμα
8. Έλεγχε αν η τιμή του παιδιού είναι > 0 και αν δεν υπάρχει στη λίστα uniqueValues, τότε:
 - Έλεγχε αν η τιμή του κόμβου ισούται με την τιμή αναζήτησης (searchValue) - αν ναι εκτύπωσε το μονοπάτι (path) του κόμβου και επέστρεψε true
 - Πρόσθεσε την τιμή του παιδιού στη λίστα με μοναδικές τιμές (uniqueValues)
 - Πρόσθεσε το παιδί στη λίστα προσωρινό μέτωπο (tempFrontier)
9. Επέστρεψε στο βήμα 7
10. Επέστρεψε στο βήμα 6
11. Ανέθεσε τις τιμές της λίστας προσωρινό μέτωπο στη λίστα μέτωπο
12. Έλεγχε αν το μέτωπο είναι άδειο - αν ναι return false
13. Επέστρεψε στο βήμα 5

Περιγραφή

Αρχικοποίηση: Δημιουργία του κόμβου - ρίζα με τιμή 4, προσθήκη του κόμβου στο μέτωπο και έλεγχος της τιμής του κόμβου σε σχέση με την τιμή αναζήτησης.

Επανάληψη: Σε κάθε επανάληψη επεκτείνεται με σειρά FIFO κάθε κόμβος του μετώπου. Για κάθε παιδί που δημιουργείται γίνεται έλεγχος της τιμής του - αν είναι έγκυρη κι αν υπάρχει ήδη - και στη συνέχεια αν ισούται με την τιμή αναζήτησης. Όταν όλοι οι κόμβοι του μετώπου επεκταθούν, ανατίθενται στο μέτωπο οι νέοι κόμβοι (τα παιδιά που δημιουργήθηκαν με τη σειρά δημιουργίας τους)

Τέλος: Η επανάληψη γίνεται μέχρι να βρεθεί κόμβος που να έχει τιμή ίση με την τιμή αναζήτησης, οπότε και εκτυπώνεται το αποτέλεσμα, ή μέχρι το μέτωπο να αδειάσει (για μικρό όριο υπολογισμού παραγοντικού και λόγω επιλογής μόνο των έγκυρων κόμβων για προσθήκη στο μέτωπο, το μέτωπο μπορεί να αδειάσει)

Σχόλιο

- Η μέτρηση των βημάτων γίνεται για κάθε επανάληψη του βήματος 5 (while loop). Δηλαδή προσμετράται κάθε κόμβος στα βήματα ακόμη κι αν δεν θεωρείται έγκυρος και δεν θα επεκταθεί

1.2 Επαναληπτική Εκβάθυνση - IDDFS

Αλγόριθμος

Μέθοδος boolean **iterativeDeepeningSearch** (int searchValue)

1. Όσο found = false, επανέλαβε
2. Έλεγχε αν η μέθοδος **searchDFS()** επιστρέφει true - αν ναι return true
3. Αύξησε το όριο (limit) κατά 1
4. Επέστρεψε στο βήμα 1

Μέθοδος boolean **searchDFS** (int limit, int searchValue)

1. Ανέθεσε στον τρέχοντα κόμβο (current) τον κόμβο με τιμή 4 (firstNode)
2. Πρόσθεσε τον τρέχοντα κόμβο στη λίστα μέτωπο (frontier)
3. Πρόσθεσε την τιμή 4 στη λίστα με μοναδικές τιμές (uniqueValues)
4. Ανέθεσε στο depth την τιμή 0
5. Όσο found = false, επανέλαβε
6. Έλεγχε αν η τιμή του τρέχοντος κόμβου ισούται με την τιμή αναζήτησης (searchValue) - αν ναι εκτύπωσε το μονοπάτι (path) του κόμβου και return true
7. Έλεγχε αν το βάθος του τρέχοντος κόμβου είναι ίσο με το όριο - αν ναι αφαίρεσε τον τρέχοντα κόμβο από το μέτωπο
 - αν το μέτωπο είναι άδειο - return falseΑλλιώς δημιούργησε τα τρία παιδιά του τρέχοντος κόμβου και πρόσθεσέ τα στο μέτωπο
8. Αφαίρεσε τον τρέχοντα κόμβο από το μέτωπο

9. Έλεγχξε αν το μέγεθος του μετώπου είναι > 0 - αν ναι ανέθεσε στον τρέχοντα κόμβο τον τελευταίο κόμβο του μετώπου
Αλλιώς return false
10. Όσο ο τρέχων κόμβος δεν είναι αποδεκτός, επέστρεψε στο βήμα 8
11. Πρόσθεσέ τον τρέχοντα κόμβο στη λίστα με μοναδικές τιμές
12. Επέστρεψε στο βήμα 5

Περιγραφή

Μέθοδος **iterativeDeepeningSearch**

Αρχικοποίηση: Το όριο (limit) παίρνει την τιμή 0

Επανάληψη: Σε κάθε επανάληψη γίνεται κλήση της μεθόδου searchDFS με παράμετρο το όριο, το οποίο στη συνέχεια αυξάνεται κατά 1

Τέλος: Οι επαναλήψεις σταματούν όταν η μέθοδος searchDFS επιστρέψει true, δηλαδή όταν η τιμή αναζήτησης βρεθεί

Μέθοδος **searchDFS**

Αρχικοποίηση: Δημιουργία του κόμβου - ρίζα με τιμή 4, ανάθεση του κόμβου - ρίζα στον τρέχοντα κόμβο (current), προσθήκη του τρέχοντος κόμβου στη λίστα μέτωπο και ανάθεση της τιμής 0 στο depth

Επανάληψη: Σε κάθε επανάληψη αρχικά ελέγχεται η τιμή του τρέχοντος κόμβου συγκριτικά με την τιμή αναζήτησης, στη συνέχεια ελέγχεται το βάθος του τρέχοντος κόμβου κι αν δεν έχει φτάσει στο όριο δημιουργούνται τα παιδιά του, ο τελευταίος κόμβος του μετώπου ανατίθεται στον τρέχοντα κόμβο (LIFO), τέλος ελέγχεται η εγκυρότητα του τρέχοντος κόμβου (αν θα γίνει αποδεκτός και συνεπώς θα επεκταθεί). Αν ο κόμβος δε γίνει αποδεκτός, ανατίθεται στον τρέχοντα κόμβο ο επόμενος (τελευταίος) κόμβος από το μέτωπο.

Τέλος: Οι επαναλήψεις σταματούν όταν βρεθεί η τιμή αναζήτησης, οπότε επιστρέφεται true, ή όταν τελειώσει η αναζήτηση (λόγω του ορίου) και το μέτωπο είναι άδειο, οπότε επιστρέφεται false

Σχόλια

- Το πλήθος των βημάτων αφορά μόνο την επανάληψη στην οποία βρέθηκε η τιμή αναζήτησης. Τα βήματα επιστροφής σε κόμβο πατέρα δεν προσμετρώνται, μόνο τα βήματα δημιουργίας κόμβου, ακόμη κι αν ο κόμβος δεν είναι έγκυρος και δε θα επεκταθεί
- Τα συνολικά βήματα είναι το άθροισμα του πλήθους των βημάτων όλων των επαναλήψεων μέχρι να βρεθεί η τιμή αναζήτησης

2 Αποτελέσματα

[illegible]

[illegible]

3 Πειραματική αξιολόγηση των αλγορίθμων

Τέθηκε το όριο διάρκειας αναζήτησης 60s

Ακέραιος	BFS		IDDFS		
	Χρόνος (sec)	Βήματα	Χρόνος (sec)	Βήματα	Συνολικά Βήματα
1	0s	12	0s	5	17
2	0s	1	0s	1	1
3	0s	207	0s	103	868
4	0s	0	0s	0	0
5	0s	81	0s	51	270
6	0s	251	0s	120	1116
7	4s	1854	18s	585	14247
8	7s	2748	37s	1578	24447
9	9s	3405	50s	2479	31303
10	0s	168	0s	90	666
11	41s	8505	-	-	-
12	35s	7542	-	-	-
13	22s	5955	-	-	-
14	1s	756	4s	665	4370
15	24s	6063	-	-	-
16	12s	4023	-	-	-
17	3s	1545	12s	900	11130
18	12s	3927	58s	1444	36628
19	24s	6153	-	-	-
20	45s	9150	-	-	-
21	2s	1113	7s	842	7196
22	29s	6720	-	-	-
23	3s	1434	13s	1282	10063
24	0s	2	0s	2	2
25	8s	2661	36s	2272	22525
26	0s	429	1s	186	2205
27	-	-	-	-	-
28	-	-	-	-	-
29	26s	6009	-	-	-