



TEHNIKA I INFORMATIKA U OBRAZOVANJU

3. Internacionalna Konferencija, Tehnički fakultet Čačak, 7–9. maj 2010.

TECHNICS AND INFORMATICS IN EDUCATION

3rd International Conference, Technical Faculty Čačak, 7–9th May 2010.

UDK: 37:(004.94+004.6)(076)

Stručni rad

SIMULIRANJE ALGORITAMA I STRUKTURA PODATAKA PRIMENOM MATRIXPRO SOFTVERA

Olga Ristić¹, Vlade Urošević², Danijela Milošević³

Rezime: *MatrixPro je softver namenjen učenju algoritama i struktura podataka. U radu je opisan ovaj softver i dati primeri vežbi koji su urađeni. Vežbe se mogu primeniti kao dobar primer vizuelnog učenja algoritama i struktura podataka. Korisnik za svaku urađenu vežbu ima i mogućnost ocene te vežbe, kao i rešenje vežbe. Može se koristiti kao efikasno sredstvo za učenje algoritama i struktura podataka.*

Ključne reči: *Simuliranje, algoritam, strukture podataka, MatrixPro.*

ALGORITHMS AND DATA STRUCTURES SIMULATION USING MATRIXPRO SOFTWARE

Summary: *MatrixPro software is designed for learning algorithms and data structures. This paper describes the software and give examples of exercises that are done. Exercises can be used as a good example for visual learning algorithms and data structures. User for each exercise answer has the possibility of exercises assessments and exercise solution. It can be used as an effective tool for learning algorithms and data structures.*

Key words: *Simulation, algorithms, data structures, MatrixPro.*

1. UVOD

Početakom 1980-tih godina razvijen je veliki broj sistema za simulaciju algoritama i struktura podataka. Većina njih su formirana kao prototipovi i gotovo ni jedan se nije koristio kao alat za demonstriranje u procesu nastave. Osnovni razlog je bio što su simulacije zahtevale veliki utrošak vremena da bi se kreirale. Primenom obrazovnih softvera kao što je MatrixPro, vrše se simulacije i animacije algoritama i struktura podataka. Korisnik korišćenjem grafike poziva dostupne operacije koje se nalaze u biblioteci za simuliranje rada nekih realnih algoritama. Pošto sistem razume semantiku te operacije, nastavnik može demonstrirati izvršavanje algoritama sa različitim nizom ulaznih veličina ili da radi korišćenjem pitanja koja će studenti postavljati u toku nastave.

¹ Mr Olga Ristić, asistent, Tehnički fakultet, Svetog Save 65, Čačak, E-mail: olgar@tfc.kg.ac.rs

² Dr Vlade Urošević, vanr. prof., Tehn. fak., Svetog Save 65, Čačak, E-mail: devlauros@yahoo.com

³ Dr Danijela Milošević, docent, Tehnički fakultet, Svetog Save 65, Čačak, E-mail: danijela@tfc.kg.ac.rs

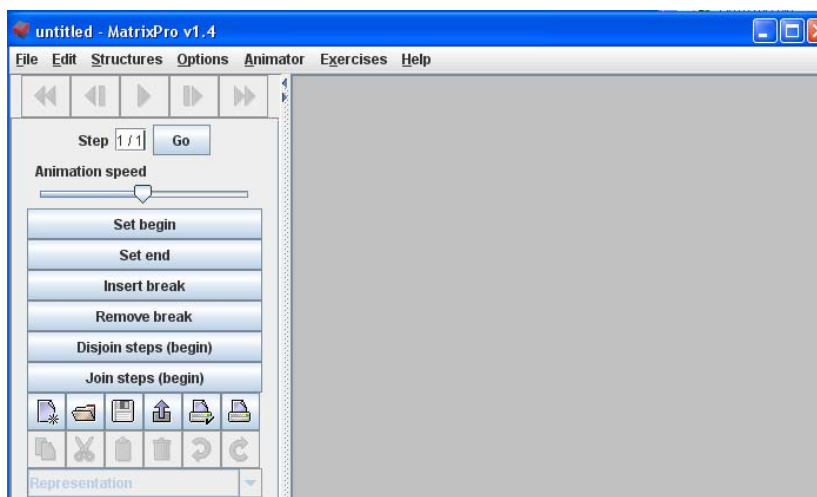
Sistemi za simulaciju su razvijeni da bi prikazali različite složenije naučne oblasti. Osnovni problem je npr. kod učenja struktura podataka i algoritama bio razumevanje dinamičke prirode ove materije. Odgovarajući alat za demonstriranje u nastavi bi obezbedio idealan način za učenja takvih koncepata. Taj alat bi podržao da korisnik unosi niz podataka, obezbedio različite poglede na iste strukture podataka na različitim nivoima

2. MATRIXPRO

MatrixPro je softverski alat razvijen na Helsinki University of Technology 2004 godine. To je besplatan opens source alat, koji se može dopuniti, izmeniti, ..., jer je dostupan i kod ovog softvera. Vremenom je vršena nadogradnja alata, pri čemu je ovde korišćena poslednja verzija 1.4. Matrix je izrađen u programskom jeziku Java, pa se može koristiti na bilo kojoj platformi. Vežbe su date u obliku interakcije (u okviru opcije Exercises), gde korisnik simulira rad algoritma i struktura podataka.

Kako je MatrixPro izrađen u Javi, tako se njegove animacije čuvaju kao Java objekti ili se mogu eksportovati kao animacija u skaliranoj vektorskoj grafici. Izgled animacija se može sačuvati kao ASCII fajl ili eksportovati u TEXdraw format kako bi se importovao u LATEX dokumenta. Takođe, se može sačuvati kao PNG slika. Primena MatrixPro je bazirana na simulaciji matičnih algoritamskih sistema, koji su korišćeni u Javi i projektovani tako da se mogu proširiti. Npr. korisnik može dodati nove strukture podataka ili skice za prikaz.

Pri startovanju ovog programa, pojavice se prozor kao na slici 1. Ovaj prozor se sastoji od menija, toolbara i radne površine. Menibar i tool bar su osnovni delovi grafičkog korisničkog interfejsa, gde menibar ima tradicionalne menije *File*, *Edit*, *Options*, *Help*, kao i specijalne *Animator*, *Structures* i *Exercises* meni koji se koristi za ubacivanje struktura podataka u biblioteku, i za rešavanje simulacije algoritama. Toolbar se koristi za kreiranje animacije primenom *animation speed*, *adding* i *removing breaks*. Takođe sadrži funkcije za izbor operacija tipa *save* i *open animations*. I toolbar i menibar sadrže interfejs operacija koji se naziva animator.



Slika 1: Osnovni prozor kod MatrixPro programa

Simulacija se sastoji od drag and drop operacije koja se sastoji u izboru entiteta i prevlačenjem na ciljani entitet. Svaka operacija izvodi odgovarajuću akciju za izabranu strukturu podataka koja se predstavlja. Ta akcija je odgovarajuća ako data struktura podataka prihvata promene (npr. promena vrednosti ključa u čvoru ili promena ciljane reference).

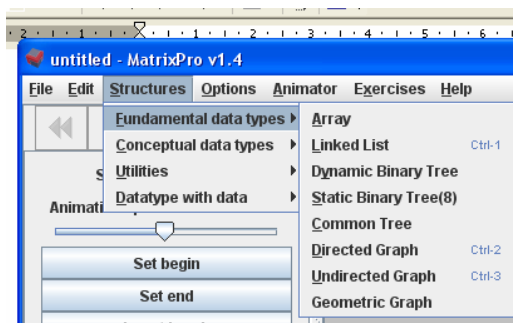
3. STRUKTURE PODATAKA I ALGORITMI

Strukture podataka i algoritmi koji su realizovani u softverskom alatu MatrixPro su dati u padajućem meniju *Structures*. U okviru opcije *Fundamental data types* date su sledeće opcije (slika 2):

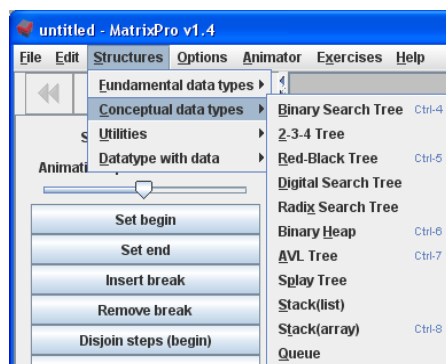
- Nizovi (Array),
- Povezane liste (Linked List),
- Binarna stabla -statička i dinamička (Static, Dynamic Binary Tree),
- Grafovi - usmereni i neusmereni (Directed, Undirected Graph).

U okviru opcije *Conceptual data types* date su sledeće opcije (slika 3):

- Binarna stabla za pretraživanje (Binary Search Tree),
- 2-3-4 stabla (2-3-4 Tree),
- Crveno-crna stabla (Red-Black Tree),
- ...
- Stekovi
- Redovi.



Slika 2: Osnovne strukture podataka



Slika 3: Konceptualne strukture podataka

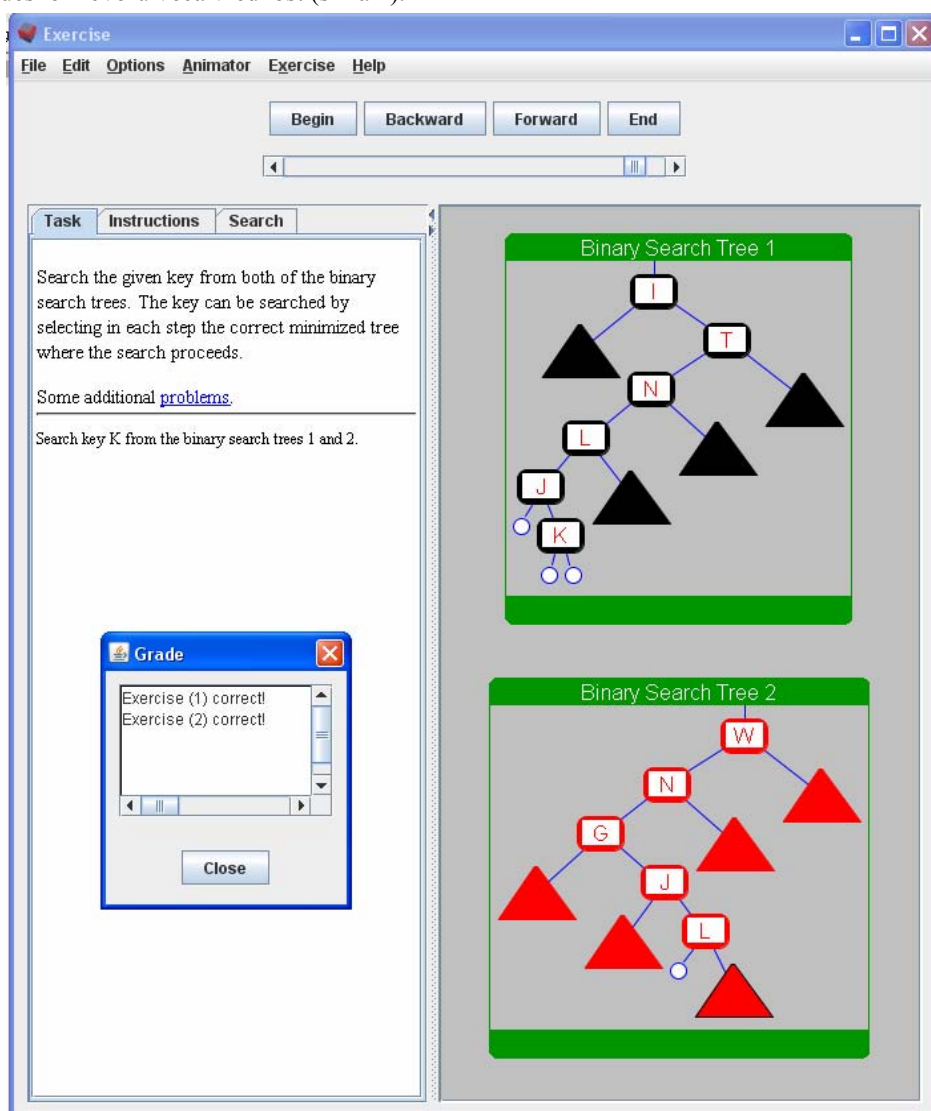
Šta će se od navedenog kreirati zavisi od samog korisnika, šta on izabere da simulira. Formiranje struktura podataka je jednostavno i primenjuju se operacije drag and drop. Nakon formiranja strukture vrši se animacija podataka, pri čemu se bira brzina animacije (*Animation speed*), a može se odabrati početak i kraj ukoliko se ne želi simulirati ceo postupak formiranja strukture podataka.

4. PRIMERI SIMULIRANJA ALGORITAMA I STRUKTURA PODATAKA

MatrixPro u okviru menija Exercises nudi osnovne algoritme, algoritme za pretraživanje, sortiranje, grafički algoritmi itd. Ovde ćemo prikazati neki od navedenih primera koji se odnosi na binarno stablo za pretraživanje (Binary Search Tree).

Prvi primer koji ćemo analizirati je binarno stablo za pretraživanje koje se dobija izaberkom opcija *Exercises*→*Search tree*→*Binary search tree search*. Na radnoj površini se pojavljuju dva zadata ključa, odnosno dva skrivena stabla, čije grane treba otkriti po tačno određenom redosledu.

U kartici *Task* zadat je ključ za pretraživanje, u konkretnom slučaju je slovo K koje treba pronaći u oba zadata binarna stabla za pretraživanje. Da bi se rešio problem neophodno je da se klikne na zadati trougao (čvor) i otkriti koji znak (slovo) je krije iza njega. Potom se dalje otkrivaju čvorovi držeći se principa po kom je formirano binarno stablo za pretraživanje, a to je da se u levom čvoru stabla nalazi manja vrednost od korenog čvora, a u desnom čvoru veća vrednost (slika 4).

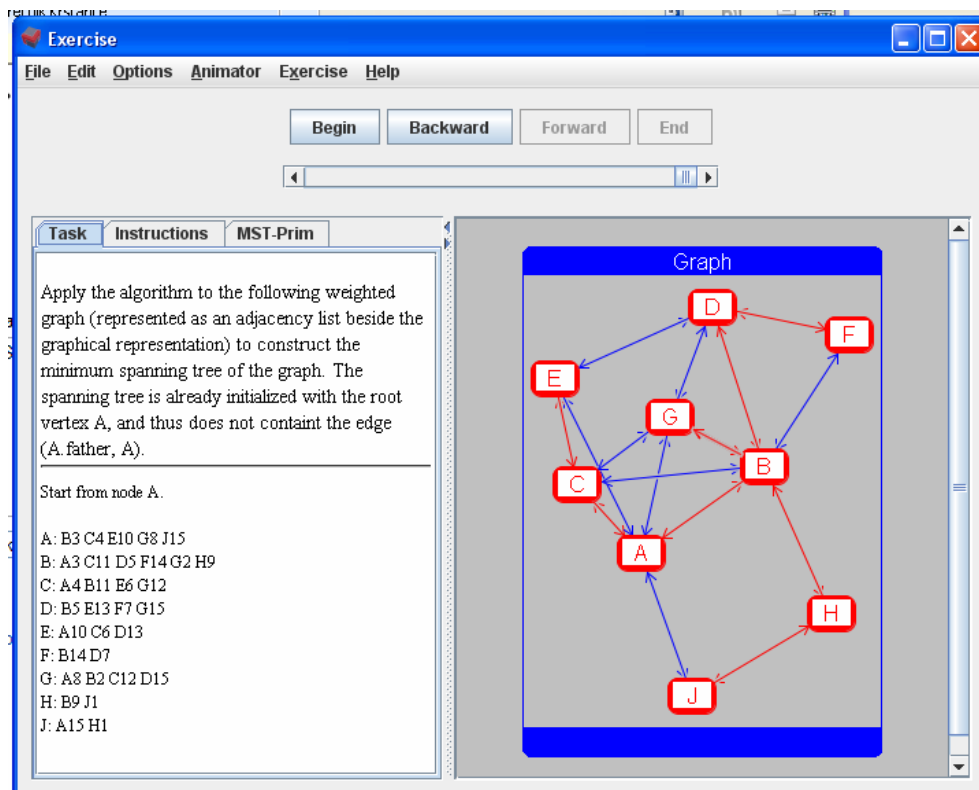


Slika 4: Primer binarnog stabla za pretraživanje

U našem slučaju prati se leksikografski poredak, i u skladu s tim otkrivaju čvorovi po tačno određenom redosledu, dok se ne otkrije traženi čvor K, odnosno ukoliko taj čvor ne postoji, da se dođe do listova stabla gde bi trebalo da bude čvor K. U našem primeru to je list u levoj grani čvora sa slovom L.

Za svaku vežbu moguće je proveriti rešenje izborom opcije *Exercise* → *Grade my solution*, što je u konkretnom slučaju uspešno urađeno. Takođe program nudi rešenje za svaku vežbu, pa ukoliko odgovori nisu tačni, biramo opciju *Model answer*.

Drugi primer je pronalaženje minimalnog razapinjućeg stabla koristeći Primov algoritam. Izabraćemo u vežbama Primov algoritam, a program će generisati neki primer. Zadatak se postavlja u kartici *Task*, kao u prethodnom primeru, gde je za svaki čvor grafa data veza sa drugim čvorom i težina te grane. U datom primeru kreće se od čvora A, i njega je neophodno povezati sa drugim čvorom čija grana ima najmanju težinu. U konkretnom primeru prvo se bira grana između čvora A i B (težina je 3). Potom se posmatraju oba čvora i utvrđuje koja je sledeća grana koju treba odabrati (grana između čvora A i C, čija je težina 4). Zatim se grane čvorova A, B i C dalje analiziraju, i bira se veza sa čvorom koji ima granu najmanje težine. Postupak se ponavlja sve dok se ne obuhvate svi čvorovi grafa. Pri izboru grane, čvor i grana koji su prvobitno imali plavu boju menjaju boju (postaju crveni), slika 5. Korišćenjem Primovog algoritma, smanjuje se broj grana između čvorova, kao i ukupna težina grafa.



Slika 5: Primer pronalaženja minimalnog razapinjućeg stabla pomoću Primovog algoritma

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu je opisan softverski alat MatrixPro, koji se koristi za algoritamsku simulaciju primenom jednostavnog korisničkog interfejsa. Simulacija algoritama je značajna kao metoda jer dozvoljava jednostavne alate za crtanje. Ovde sistem predstavlja simulaciju na jednostavnom nivou, npr. dodavanje nove vrednosti nekom čvoru ili promena reference, ili neke operacije na apstraktnim tipovima podataka. Pošto se ne zahteva pisanje koda jednostavno se demonstrira šta se dešava sa strukturom kada se na njoj izvrši neka operacija. Na bilo kakvu promenu koju korisnik izvrši, dobija se odmah odgovor od sistema. Naravno, simulacija algoritma dozvoljava formiranje vežbi sa automatskom povratnom spregom, a i u samom softveru su dati primeri za veliki broj struktura podataka.

Dobijena rešenja algoritama ili struktura podataka mogu se snimati o odgovarajućim formatima koji se mogu štampati ili objaviti kao web strana. Pozitivna strana je da neke strukture kao što su red-black tree ili B-tree su veoma nezgodne za crtanje. Međutim, primenom MatrixPro jednostavno se prikazuju osnovni principi i opšta ponašanja struktura podataka na razumljiv način.

Naravno, i dalje postoje mnogobrojne mogućnosti za poboljšanje ovog alata u smislu još jednostavnije upotrebe, kao i upoređivanje stanja struktura. To će naravno biti poboljšano u narednim verzijama ovog alata.

6. LITERATURA

- [1] Ristić O., Urošević V.: Simuliranje i animacija struktura podataka primenom MatrixPro softvera, Konferencija ETRAN 2009, Vrnjačka Banja, jun 2009.
- [2] V. Karavirta, "Facilitating Algorithm Animation Creation and Adoption in Education", Licentiate's Thesis, Helsinki University of Technology, 2007, p. 59.
- [3] A. Korhonen, L. Malmi, P. Silvasti, V. Karavirta, J. Lönnberg, J. Nikander, K. Stålnacke and P. Tenhunen, "Matrix-A Framework for Interactive Software Visualization", Helsinki University of Technology, 2004, p. 72.
- [4] Ville Karavirta, Ari Korhonen, and Lauri Malmi. Taxonomy of algorithm animation languages. In SoftVis '06: Proceedings of the 2006 ACM symposium on Software visualization, ACM Press, New York, NY, USA, September 2006., pp 77–85.
- [5] <http://www.cs.hut.fi/Research/MatrixPro/index.shtml>