

## Rad naše učenice najbolji na konferenciji studentskih radova

Šesnaesta studentska konferencija, "IEEEESTEC 16th Student projects conference", održana je 23. novembra 2023. godine. Konferenciju su organizovali studentski ogranak IEEE SB Niš, EESTEC LC Niš i Elektronski fakultet u Nišu, u saradnji sa IEEE Serbia&Montenegro Sekcijom, IEEE Electron Devices/Solid-State Circuits Chapter, IEEE Microwave Theory and Techniques Chapter, IEEE WIE Affinity Group i IEEE Computational Intelligence Chapter, uz podršku Srpske akademije nauke i umetnosti (SANU) Ogranka u Nišu, kao i Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Odlukom Organizacionog odbora za najbolji rad IEEEESTEC konferencije proglašen je rad naše učenice Emilije Sredojević iz odeljenja IIIr. Naziv rada je "Uporedna analiza algoritama za generisanje realističnih pahuljica". Dodeljena joj je nagrada "Akademik Ninoslav Stojadinović" i rad predložen je za učešće na međunarodnom konkursu "IEEE R8 Student Paper Contest", koji je u toku.



*Emilija Sredojević IIIr, peta sa leve strane*

U ovom radu se porede tri metoda za generisanje snežne pahuljice gde je akcenat stavljen na raznolikost pahuljica i sličnost sa pahuljicama iz prirode. Prvi metod koristi modifikovan algoritam za generisanje Kohove pahuljice. Nasumično se bira ugao generatora i on može imati vrednosti  $[25^\circ - 120^\circ]$ . Nasumično se bira i položaj generatora koji može biti usmeren ka unutrašnjosti ili spoljašnjosti pahuljice. Drugi metod su L-sistemi koji se sastoje iz početnog niza simbola i pravila koja određuju u šta će se svaki od simbola preslikati. Radi dobijanja nasumičnih pahuljica početni niz simbola, aksiom, se bira iz skupa već definisanih aksioma, a prepisivačka pravila se nasumično generišu. Definisana su ograničenja za generisanje nasumičnih pravila i ona garantuju da će generisana pahuljica imati osobine pravih. Treći metod je Rejterov model za ćelijski automat. Ovaj metod koristi jednačinu difuzije i pravilo konstantne adicije za promenu stanja ćelija. Te jednačine sadrže konstante  $\alpha$ ,  $\beta$  i  $\gamma$  čija se vrednost bira nasumično radi dobijanja nasumičnih pahuljica. Uspešnost algoritama proveravana je putem ankete sa slikama reprezentativnih pahuljica za svaki metod. Ispitanici su ocenjivali sličnost pahuljica sa pravim, različitost pahuljica u okviru istog metoda i lepotu pahuljica. Rezultati pokazuju da 66% od ukupno 226 ispitanika pahuljice generisane Rejterovim modelom ocenjuje kao najrealističnije, dok L-sistemi daju najrazličitije pahuljice. Pahuljice dobijene modifikovanim algoritmom za Kohovu pahuljicu su ocenjene kao srednje realistične i njihova međusobna različitost najmanja je od sva tri istraživana metoda.

# Uporedna analiza algoritama za generisanje realističnih pahuljica



Emilija Sredojević, II razred, "Užička gimnazija", Užice, emasredojevic8@gmail.com  
 Mentori: Nikola Jovanović, Nikola Kušlaković, Seminar računarstva  
 Konferencija: "Korak u nauku 2023", Istraživačka stanica Petnica



Slika 1. Prva slika je pahuljica generisana modifikovanim algoritmom za Kohovu pahuljicu, druga je generisana L-sistemima i treća Rejterovim modelom

## Uvod

Pahuljice su grupe snežnih kristala koje nastaju u atmosferi od čestica leda. Put koji pahuljica pređe od postanka do pada na zemlju praćen je različitim fizičkim pojavama i procesima koji utiču na njen oblik. Mali varijeteti na tom putu mogu dovesti do znatnih razlika među pahuljicama. Ideja ovog projekta je da se prikaže osobina jedinstvenosti pahuljica kroz tri metoda za generisanje: korišćenjem slučajno odabranog generatora za Kohovu pahuljicu, Rejterov model za ćelijski automat i L-sistemi.

## Metod

### A. Modifikacija algoritma za Kohovu pahuljicu

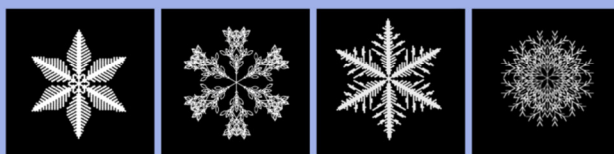
Generisanje obične Kohove pahuljice započinje jednakostraničnim trouglom gde svaka stranica predstavlja inicijator. Svaki inicijator menja se generatorom i tako od jednog inicijatora nastaju četiri nova, dužine trećine početnog inicijatora. Postupak se nastavlja na isti način nad inicijatorima. Modifikacija se vrši nad dvanaestim pahuljicama kako bi ona zadržala svoju prirodnu simetričnost. Nasumično se bira položaj generatora i ugao generatora.

### B. L-sistemi

L-sistem je prepisivački model. Sastoji se od početnog niza simbola i prepisivačkih pravila za svaki simbol. Prilikom svake iteracije svaki od simbola preslikava se u niz simbola određenim za njih odgovarajućim pravilima. Kada se prepisivanje završi, svaki od simbola se tumači na unapred definisan način. Da bi se generisale nasumične pahuljice početni niz simbola bira se iz unapred određenog skupa, a pravila se generišu nasumičnim izborom simbola. Definisana su ograničenja koja garantuju da će generisana pravila dati pahuljicu koja ima osobine prave.

### C. Rejterov model

Rejterov model je model za ćelijski automat. Mrežu automata čine pravilni šestouglovi gde svaki šestougao predstavlja jednu ćeliju. Svaka ćelija sadrži vrednost koja predstavlja količinu vode koja se u njoj nalazi u tom trenutku. Stanja ćelija menjaju se pomoću pravila konstante adicije i pravila difuzije.



Slika 2. Četiri najbolje ocenjene pahuljice u izvršenoj anketi

## Rezultati

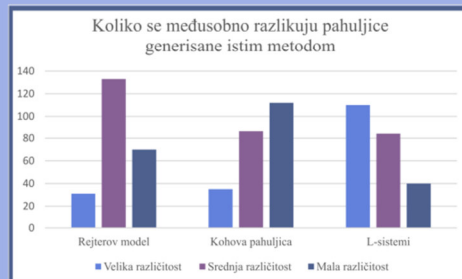
Izgled Kohovih pahuljica zavisi od nasumično odabranog ugla i položaja generatora. Kohove pahuljice sa uglom od 60° više liče na pahuljice iz prirode od onih sa nasumično odabranim uglom, ali imaju manju raznolikost.

Najvažniji rezultat dobijen za metod koji koristi L-sisteme su ograničenja i pravila koja garantuju da će pahuljica imati osobine prave pahuljice. Ova pravila garantuju da će se pahuljica računati, da će biti simetrične i da kraci pahuljice neće biti krive linije. Uočeno je da pahuljice koje koriste ugao od 60° prilikom generisanja često daju slične šare.

Vršena je anketa nad 226 ispitanika. Ispitivano je koliko odabrane pahuljice generisane nekim od 3 metoda liče na pahuljice u prirodi, koliko se međusobno razlikuju i koji od metoda daje pahuljice koje najviše liče na prave. Rezultati su predstavljani u tabeli 1.

	L-sistemi	Rejterov model	Kohova pahuljica
Prosečna ocena koliko pahuljica liče na pahuljice iz prirode (ocena ima vrednost 1-10)	3,66	5,38	3,79
Metod kojim se generišu pahuljice koje najviše liče na one u prirodi (broj glasova u procentima)	13,72%	66,37%	19,91%
Metod kojim se generišu pahuljice koje se ispitanicima najviše dopadaju (broj glasova u procentima)	40,71%	51,77%	7,52%

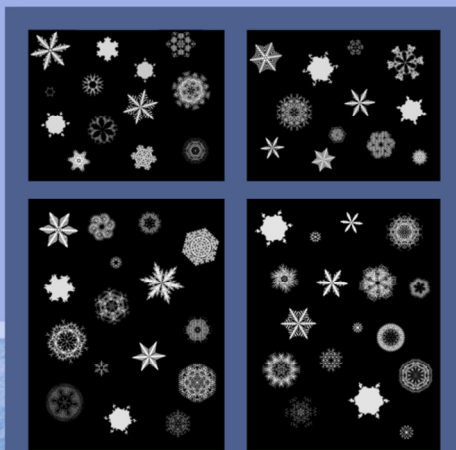
Tabela 1. Rezultati ankete u kojoj je učestvovalo 226 ispitanika



Slika 2. Grafički prikaz odgovora ispitanika na pitanje: "Koliko se međusobno razlikuju pahuljice generisane istim metodom?"

## Zaključak

Rejterov model se pokazao kao najbolji za generisanje pahuljice od tri istraživana modela. Pahuljice generisane ovim metodom su najviše nalik pahuljicama iz prirode i ne postoje slučajevi koji mnogo odstupaju od izgleda pravih. Pahuljice generisane L-sistemima su najrazličitije, ali postoje slučajevi koji nemaju karakteristike pravih pahuljica. Pahuljice generisane modifikovanim algoritmom za Kohovu pahuljicu daju slične pahuljice koje zbog nasumičnog ugla ne ispunjavaju šestostranu simetričnost pravih pahuljica.



Slika 3. Pogled kroz prozor u zimskoj noći