

# Проблем ротације усева

Никола Шутић

Математички факултет, Универзитет у Београду

23. јун 2024.

## Садржај

<b>1</b>	<b>Увод</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Проблем ротације усева</b>	<b>3</b>
2.1	Дефиница проблема . . . . .	3
<b>3</b>	<b>Имплементација алгорита</b>	<b>3</b>
3.1	Генетски алгорита . . . . .	3
3.2	Ротација усева као 0-1 ГА . . . . .	4
3.3	Мека и тврда ограничења . . . . .	4
3.4	Главна петља . . . . .	5
3.5	Исцрпни алгорита . . . . .	5
<b>4</b>	<b>Тестирање и резултати</b>	<b>5</b>
4.1	Исцрпни алгорита . . . . .	5
4.2	Генетски алгорита . . . . .	6

## **1 Увод**

Традиционално гајење воће и поврће подразумева вишегодишњу поновљену садњу монокултуре (једне исте биљне врсте) на истом земљишту. Оваква стратегија садње има предност у једноставности планирања и извођења, погодног за механизацију и садње на велико. Међутим, оваква стратегија може изазвати озбиљне проблеме и спречити дугорочну експлоатацију земље. Проблеми који се на овај начин могу да се изазову су, између осталог: исушивање хранљивих супстанци земље, прекомерно размножавање патогена, смањени принос.

С обзиром на напор неких научника и доктора да свет погурају више у смеру здравије исхране и помере од високо обрађене хране, вреди даље истражити и улагати у технике које би помогле и малим газдинствима да произведу веће количине воћа и поврћа за своје потребе.

## **2 Проблем ротације усева**

### **2.1 Дефиница проблема**

Уколико на истом земљишту смењујемо биљке које садимо на годишњем, сезонском или неком другом временском интервалу, ми вршимо ротацију усева. Проблемом ротације усева мисли се на његово решење. Решење овог проблема је управо један план садне који описује низ култура и њихових планираних временских интервала за сетву. Описан је концепт ротације усева, али не и шта желимо да добијемо ротацијом. Најчешћи циљ је постизање највећег могућег приноса од одабраних култура. Неки други циљеви које ће бити обрађени у раду су разноврсност или продаја.

## **3 Имплементација алгорита**

### **3.1 Генетски алгоритам**

Генетски алгоритам је врста оптимизационог алгоритма чији се рад заснива на генетичким принципима виђеним у природи. Кандидати за решење проблема се називају хромозоми, и они су најчешће дати као ма-

тематичка репрезентација решења проблема који решавамо. Користећи операторе укрштања и мутације прилагођене проблему, усмеравамо популацију ка бољем прилагођавању захтевима проблема. Као решење проблема управо узимамо најбоље прилагођену јединку из популације.

Сам генетски алгоритам не захтева велико умеће за имплементацију и примену. Највећа тежине ове техника лежи у успешном математичком моделирању проблема, и прилагођавању оператора алгоритма проблему који се решава. У складу с овиме, временом су се издвојили принципи за моделирање проблема који су се често понављали. У овом раду биће коришћено 0-1 бинарно моделиране проблема.

### 3.2 Ротација усева као 0-1 ГА

У овом одељку ће бити детаљније објашњено приступ моделирања проблема коришћен у овом раду. Ослањајући се на претходни рад [1], уводе се следеће променљиве које ће бити коришћене:

$x_{ijk} \in \{0, 1\}$  - Један ген у плану, вредност обележава да ли је биљка  $i$ , засађена у периоду  $j$ , на земљишту  $k$ .

$N$  - Укупан број биљака узетих у разматрање.

$M$  - Број временских периода. Један период узет да буде 15 дана али може бити више или мање по потреби.

$B$  - Скуп скупова биљака одвојене по породицама.

$I_i$  - Временски периоди за сетву биљке  $i$ .

$D$  - Скуп биљака које се користе за зелено ђубриво.

### 3.3 Мека и тврда ограничења

За разлику од [1], ограничења претходно коришћена за потребе ограничења, овде ће бити имплементирани и коришћени у виду пенала јединке и то:  $\sigma_{soft}$  и  $\sigma_{hard}$ . Ограничења коришћена су:

$$1. \quad \sum_{i=0}^n \sum_{q=0}^{t_i-1} x_{i(j-q)k} \leq 1 \quad j = 1..M, k = 1..K$$

На истој земљи у једно време може расти само једна биљка.

$$2. \quad \sum_{i \in D} \sum_{j \in I_i} x_{ijk} \geq 1 \quad k = 1..K$$

Свако земљиште мора бити барем једном ђубрено.

### **3.4 Главна петља**

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

### **3.5 Искрпни алгоритам**

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

## **4 Тестирање и резултати**

### **4.1 Искрпни алгоритам**

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

## 4.2 Генетски алгоритам

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

## Литература

- [1] Geraldo Regis Mauri. "Improved mathematical model and bounds for the crop rotation scheduling problem with adjacency constraints". У: *European Journal of Operational Research* 278 (2019.), стр. 120–135. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2019.04.016>.