

UNIVERSITATEA "ALEXANDRU-IOAN CUZA" DIN IAȘI

**FACULTATEA DE INFORMATICĂ**



LUCRARE DE LICENȚĂ

**Verificarea formală în Dafny a algoritmului  
Greedy pentru Problema Bancnotelor cu  
bancnote puteri ale lui 2**

propusă de

**Alexandra Elena Contur**

**Sesiunea: februarie, 2023**

Coordonator științific

**Conf. Dr. Ciobâcă Ștefan**

UNIVERSITATEA "ALEXANDRU-IOAN CUZA" DIN IAȘI

**FACULTATEA DE INFORMATICĂ**

**Verificarea formală în Dafny a  
algoritmului Greedy pentru Problema  
Bancnotelor cu bancnote puteri ale lui 2**

**Alexandra Elena Contur**

**Sesiunea:** februarie, 2023

Coordonator științific

**Conf. Dr. Ciobâcă Ștefan**

Avizat,  
Îndrumător lucrare de licență,  
Conf. Dr. Ciobâcă Ștefan.

Data: ..... Semnătura: .....

### **Declarație privind originalitatea conținutului lucrării de licență**

Subsemnatul **Contur Alexandra Elena** domiciliat în **România, jud. Iași, com. Holboca, str. Dascălilor, nr. 10**, născut la data de **04 martie 2001**, identificat prin CNP **6010304226743**, absolvent al Facultății de informatică, **Facultatea de informatică** specializarea **informatică**, promoția 2022, declar pe propria răspundere cunoscând consecințele falsului în declarații în sensul art. 326 din Noul Cod Penal și dispozițiile Legii Educației Naționale nr. 1/2011 art. 143 al. 4 și 5 referitoare la plagiat, că lucrarea de licență cu titlul **Verificarea formală în Dafny a algoritmului Greedy pentru Problema Bancnotelor cu bancnote puteri ale lui 2** elaborată sub îndrumarea domnului **Conf. Dr. Ciobâcă Ștefan**, pe care urmează să o susțin în fața comisiei este originală, îmi aparține și îmi asum conținutul său în întregime.

De asemenea, declar că sunt de acord ca lucrarea mea de licență să fie verificată prin orice modalitate legală pentru confirmarea originalității, consimțind inclusiv la introducerea conținutului ei într-o bază de date în acest scop.

Am luat la cunoștință despre faptul că este interzisă comercializarea de lucrări științifice în vederea facilitării falsificării de către cumpărător a calității de autor al unei lucrări de licență, de diplomă sau de disertație și în acest sens, declar pe proprie răspundere că lucrarea de față nu a fost copiată ci reprezintă rodul cercetării pe care am întreprins-o.

Data: .....

Semnătura: .....

## **Declarație de consimțământ**

Prin prezenta declar că sunt de acord ca lucrarea de licență cu titlul **Verificarea formală în Dafny a algoritmului Greedy pentru Problema Bancnotelor cu bancnote puteri ale lui 2**, codul sursă al programelor și celelalte conținuturi (grafice, multimedia, date de test, etc.) care însoțesc această lucrare să fie utilizate în cadrul Facultății de informatică.

De asemenea, sunt de acord ca Facultatea de informatică de la Universitatea "Alexandru-Ioan Cuza" din Iași, să utilizeze, modifice, reproducă și să distribuie în scopuri necomerciale programele-calculator, format executabil și sursă, realizate de mine în cadrul prezentei lucrări de licență.

Absolvent **Alexandra Elena Contur**

Data: .....

Semnătura: .....

# Cuprins

<b>1</b>	<b>Context</b>	<b>2</b>
1.1	Algoritmul Greedy pentru Problema Bancnotelor . . . . .	2
1.2	Problema Bancnotelor cu bancnote puteri ale lui 2 . . . . .	2
1.3	Limbajul Dafny . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Verificarea formală a problemei</b>	<b>3</b>
2.1	Particularități ale Problemei Bancnotelor cu bancnote puteri ale lui 2 . .	3
2.1.1	Orice soluție are $s[i] \in \{1, 0\}$ $\forall i = 1, \dots, 4$ . . . . .	3
2.2	Pașii verificării . . . . .	3
2.2.1	Implementarea algoritmului . . . . .	3
2.2.2	Demonstrarea optimalității . . . . .	3
2.3	Detalii de implementare . . . . .	3
2.3.1	Funcții, metode și leme folosite . . . . .	3
2.3.2	exemple cu cod pentru cele mai importante . . . . .	3
2.4	Posibile îmbunătățiri . . . . .	3
	<b>Concluzii</b>	<b>4</b>
	<b>Bibliografie</b>	<b>5</b>

# Capitolul 1

## Context

### 1.1 Algoritmul Greedy pentru Problema Bancnotelor

Problema Bancnotelor are ca scop reprezentarea unei sume într-un număr minim posibil de bancnote.

Metoda Greedy face alegerea cea mai bună la fiecare pas, construind soluția finală. Verificarea formală în Dafny a problemei bancnotelor demonstrează faptul că soluția construită este optimă pentru orice sumă dată ca input.

Reprezentarea soluției :  $banknote_1 := 1 < banknote_2 < \dots < banknote_n$ .

### 1.2 Problema Bancnotelor cu bancnote puteri ale lui 2

Anterior am menționat forma generală a Problemei Bancnotelor.

Bancnotele posibile în "Problema Bancnotelor cu bancnote puteri ale lui 2" sunt:  $[1, 2, 4, 8, 16, 32]$ .

### 1.3 Limbajul Dafny

Dafny este un limbaj de programare și verificare, capabil să verifice corectitudinea funcțională a unui program.

Verificarea este posibilă datorită caracteristicilor specifice limbajului precum precondiții, postcondiții, invariante, ș.a.m.d. De asemenea, verificatorul Dafny are grijă ca adnotările făcute să se îndeplinească, astfel acesta ne scapă de povara de a scrie cod fără erori, în schimbul scrierii de adnotări fără erori.

# Capitolul 2

## Verificarea formală a problemei

### 2.1 Particularități ale Problemei Bancnotelor cu bancnote puteri ale lui 2

2.1.1 Orice soluție are  $s[i] \in \{0, 1\}$ ,  $0 \leq i \leq 4$

### 2.2 Pașii verificării

2.2.1 Implementarea algoritmului

2.2.2 Demonstrarea optimalității

### 2.3 Detalii de implementare

2.3.1 Funcții, metode și leme folosite

//fa un desen schematic

2.3.2 exemple cu cod pentru cele mai importante

### 2.4 Posibile îmbunătățiri

# Concluzii



# Bibliografie

1. <https://github.com/alexandra21/Licenta2023>
2. <https://core.ac.uk/works/69828860>
3. <https://arxiv.org/pdf/1412.4395.pdf>