



Universitatea
Transilvania
din Braşov

FACULTATEA DE MATEMATICĂ
ŞI INFORMATICĂ

Alexandra BĂICOIANU, Luciana MAJERCSIK, Ioana Cristina PLAJER

ALGORITMI FUNDAMENTALI
CURS PENTRU ÎNVĂȚĂMÂNT LA DISTANȚĂ



Editura
Universității
Transilvania
din Braşov

ANUL I, SEM. I

2023

Cuprins

Introducere generală	7
Chestionar de evaluare prerechizite	11
1 Analiza eficienței algoritmilor. Complexități	12
Introducere	12
Competențe	12
1.1 Unitatea de învățare 1 - Eficiența unui algoritm și rolul ei practic	14
1.1.1 Introducere	14
1.1.2 Competențe	14
1.1.3 Aspecte teoretice generale	14
1.1.4 Analiza eficienței unui algoritm	16
1.1.5 Rezumat	18
1.1.6 Test de evaluare a cunoștințelor	19
1.1.7 Răspunsuri la testul de evaluare a cunoștințelor	19
1.2 Unitatea de învățare 2 - Analiza în cel mai favorabil, cel mai defavorabil și cazul mediu	20
1.2.1 Introducere	20
1.2.2 Competențe	20
1.2.3 Etapele analizei eficienței	20
1.2.4 Analiza în cazul mediu	21
1.2.5 Rezumat	23
1.2.6 Test de evaluare a cunoștințelor	23
1.2.7 Răspunsuri la testul de evaluare a cunoștințelor	24
1.3 Unitatea de învățare 3 - Analiza asimptotică: O (Omicron), Ω (Omega), Θ (Theta)	25
1.3.1 Introducere	25
1.3.2 Competențe	25
1.3.3 Notăția O (Omicron)	25
1.3.4 Notăția Ω (Omega)	29
1.3.5 Notăția Θ (Theta)	31

1.3.6	Rezumat	34
1.3.7	Test de evaluare a cunoștințelor	35
1.3.8	Răspunsuri la testul de evaluare a cunoștințelor	37
1.4	Unitatea de învățare 4 - Analiza complexității pentru algoritmi recursivi	38
1.4.1	Introducere	38
1.4.2	Competențe	38
1.4.3	Aspecte teoretice generale	38
1.4.4	Rezumat	43
1.4.5	Test de evaluare a cunoștințelor	44
1.4.6	Răspunsuri la testul de evaluare a cunoștințelor	46
2	Operații elementare. Procesarea numerelor	48
	Introducere	48
	Competențe	48
2.1	Unitatea de învățare 1 - Tipuri de date	50
2.1.1	Introducere	50
2.1.2	Competențe	50
2.1.3	Aspecte teoretice generale	50
2.1.4	Tipurile de date primitive ale limbajului C++	51
2.1.5	Operatori ai limbajului C++	53
2.1.6	Rezumat	56
2.1.7	Test de evaluare a cunoștințelor	57
2.1.8	Răspunsuri la testul de evaluare a cunoștințelor	58
2.2	Unitatea de învățare 2 - Utilizarea variabilelor	59
2.2.1	Introducere	59
2.2.2	Competențe	59
2.2.3	Aspecte teoretice generale	59
2.2.4	Rezumat	63
2.2.5	Test de evaluare a cunoștințelor	63
2.2.6	Răspunsuri la testul de evaluare a cunoștințelor	65
2.3	Unitatea de învățare 3 - Subprograme/Funcții	66
2.3.1	Introducere	66
2.3.2	Competențe	66
2.3.3	Aspecte teoretice generale	66
2.3.4	Declararea și apelul unei funcții	67
2.3.5	Transmiterea parametrilor prin valoare și prin referință	69
2.3.6	Rezumat	71
2.3.7	Test de evaluare a cunoștințelor	72
2.3.8	Răspunsuri la testul de evaluare a cunoștințelor	73
2.4	Unitatea de învățare 4 - Funcții recursive	77
2.4.1	Introducere	77

2.4.2	Competențe	77
2.4.3	Aspecte teoretice generale	77
2.4.4	Rezumat	79
2.4.5	Test de evaluare a cunoștințelor	79
2.4.6	Răspunsuri la testul de evaluare a cunoștințelor	81
3	Tablouri unidimensionale	84
	Introducere	84
	Competențe	84
3.1	Unitatea de învățare 1 - Reprezentarea tablourilor unidimensionale.	
	Alocarea statică și alocarea dinamică	85
3.1.1	Introducere	85
3.1.2	Competențe	85
3.1.3	Aspecte teoretice generale	85
3.1.4	Rezumat	93
3.1.5	Test de evaluare a cunoștințelor	94
3.1.6	Răspunsuri la testul de evaluare a cunoștințelor	95
3.2	Unitatea de învățare 2 - Reprezentarea tablourilor unidimensionale în STL	100
3.2.1	Introducere	100
3.2.2	Competențe	100
3.2.3	Aspecte teoretice generale	100
3.2.4	Rezumat	105
3.2.5	Test de evaluare a cunoștințelor	106
3.2.6	Răspunsuri la testul de evaluare a cunoștințelor	107
4	Tablouri bidimensionale	111
	Introducere	111
	Competențe	111
4.1	Unitatea de învățare 1 - Alocare dinamică și alocare statică a ma- tricilor	112
4.1.1	Introducere	112
4.1.2	Competențe	112
4.1.3	Aspecte teoretice generale	113
4.1.4	Rezumat	121
4.1.5	Test de evaluare a cunoștințelor	122
4.1.6	Răspunsuri la testul de evaluare a cunoștințelor	122
4.2	Unitatea de învățare 2 - Reprezentarea tablourilor bidimensionale folosind STL (C++)	127
4.2.1	Introducere	127
4.2.2	Competențe	127
4.2.3	Aspecte teoretice generale	127

4.2.4	Rezumat	129
4.2.5	Test de evaluare a cunoștințelor	130
4.2.6	Răspunsuri la testul de evaluare a cunoștințelor	131
4.3	Temă de control - Tablouri unidimensionale și bidimensionale	135
5	Algoritmi de căutare și sortare	137
	Introducere	137
	Competențe	137
5.1	Unitatea de învățare 1 - Tipuri de algoritmi de căutare	138
5.1.1	Introducere	138
5.1.2	Competențe	138
5.1.3	Aspecte teoretice generale	138
5.1.4	Rezumat	141
5.1.5	Test de evaluare a cunoștințelor	142
5.1.6	Răspunsuri la testul de evaluare a cunoștințelor	142
5.2	Unitatea de învățare 2 - Tipuri de algoritmi de sortare	145
5.2.1	Introducere	145
5.2.2	Competențe	145
5.2.3	Aspecte teoretice generale	145
5.2.4	Rezumat	157
5.2.5	Test de evaluare a cunoștințelor	157
5.2.6	Răspunsuri la testul de evaluare a cunoștințelor	159
5.3	Temă de control - Căutări și sortări	163
6	Algoritmi Divide et Impera	164
	Introducere	164
	Competențe	164
6.1	Unitatea de învățare 1 - Descrierea tehnicii Divide et Impera	166
6.1.1	Introducere	166
6.1.2	Competențe	166
6.1.3	Aspecte teoretice generale	166
6.1.4	Rezumat	168
6.1.5	Test de evaluare a cunoștințelor	169
6.1.6	Răspunsuri la testul de evaluare a cunoștințelor	170
6.2	Unitatea de învățare 2 - Probleme diverse utilizând tehnica Divide et Impera	172
6.2.1	Introducere	172
6.2.2	Competențe	172
6.2.3	Studii de caz simple	172
6.2.4	Studii de caz netriviiale	174
6.2.5	Rezumat	185
6.2.6	Test de evaluare a cunoștințelor	186

6.2.7	Răspunsuri la testul de evaluare a cunoștințelor	187
7	Algoritmi Greedy	191
	Introducere	191
	Competențe	191
7.1	Unitatea de învățare 1 - Descrierea tehnicii Greedy	193
7.1.1	Introducere	193
7.1.2	Competențe	193
7.1.3	Aspecte teoretice generale	193
7.1.4	Rezumat	196
7.1.5	Test de evaluare a cunoștințelor	197
7.1.6	Răspunsuri la testul de evaluare a cunoștințelor	198
7.2	Unitatea de învățare 2 - Probleme diverse rezolvate utilizând tehnica Greedy	200
7.2.1	Introducere	200
7.2.2	Competențe	200
7.2.3	Probleme clasice	200
7.2.4	Alte probleme care se rezolvă cu Greedy	207
7.2.5	Rezumat	211
7.2.6	Test de evaluare a cunoștințelor	212
7.2.7	Răspunsuri la testul de evaluare a cunoștințelor	213
	Bibliografie	216

Introducere

În acest manual sunt descrise o serie de tehnici de programare, care sunt ilustrate cu exemple de probleme rezolvate în limbajul de programare C++. Exemplele sunt alese cu grijă, fiind prezentate în ordinea gradului lor de dificultate. Pentru fiecare problemă aleasă, se prezintă pe scurt, în limbaj natural, metoda de rezolvare, după care este prezentată implementarea în limbajul C++. Astfel, dorința noastră este ca această culegere să devină un instrument atât pentru fixarea sintaxei limbajului, cât și pentru însușirea unor principii corecte în algoritmică și programare.

Rolul acestui curs este acela de a contribui la aprofundarea diferitelor metode folosite în programare și de a încerca să ofere o inițiere, o bază și/sau o motivație celor care își doresc să facă progrese în acest domeniu. Lucrarea se adresează unui cerc mai larg de cititori, dar, în primul rând este concepută în scopul de a oferi un suport de curs și de laborator studenților de la Învățământ la Distanță, Facultatea de Matematică și Informatică, Universitatea Transilvania din Brașov.



Obiectivele disciplinei

Cursul de Algoritmi Fundamentali are ca obiectiv principal formarea unor deprinderi esențiale în programare, înțelegerea unor noțiuni și algoritmi de bază precum și utilizarea lor. De asemenea, se urmărește familiarizarea studenților cu modul de implementare a algoritmilor pentru categoriile de metodele de programare cele mai utilizate în domeniu.



Competențe conferite

La sfârșitul acestui curs, studenții vor fi capabili să:

- utilizeze corect și specializat un limbaj de programare;
- implementeze și utilizeze principalele structuri de date;
- să își însușească tehnici de bază în proiectarea programelor;
- își consolideze deprinderi de a justifica și evalua complexitatea algoritmilor;
- să evalueze timpul de execuție a algoritmilor în cazurile favorabil/mediu/defavorabil;
- să își dezvolte abilitățile de proiectare de soluții algoritmice.



Resurse suplimentare

Rezolvarea problemelor lansate necesită:

- Instalat Visual Studio IDE (minim VS 2017) - limbajul recomandat este C++, dat fiind că exemplele oferite sunt expuse în C++;
- Instalat NotePad++;
- Acces la Internet.

Recomandăm studenților care consultă această lucrare, să consulte și lista de bibliografie, cu precădere resursa [1].



Structura cursului

Prezentăm mai jos capitolele care formează materialul de față de *Algoritmi Fundamentali*.

Analiza eficienței algoritmilor. Complexități, prezintă, pe scurt, modul în care se poate măsura eficiența unui algoritm. De asemenea, sunt descrise notațiile uzuale de măsurare a complexității algoritmilor și modul în care aceste complexități pot fi deduse.

Operații elementare. Procesare numerelor se ocupă de probleme introductive legate de procesarea numerelor, dar tratăm și câteva elemente specifice limbajului C++, și anume tipuri de date primitive în C++, definirea variabilelor, dar și concepte esențiale legate de definirea unui subprogram.

Tablouri unidimensionale introduce tipul tablou și modalități diferite de reprezentare ale acestuia în limbajul C++, folosind fie alocarea statică, fie cea dinamică, dar și o perspectivă modernă cu containerele din Standard Template Library (STL). Informațiile expuse în acest capitol pot ajuta atât la formarea unei baze în prelucrarea structurilor unidimensionale, dar este un capitol potrivit și celor care au deja bazele formate, dar doresc să înțeleagă o direcție către structurile de date moderne din C++.

Tablouri bidimensionale introduce tablourile cu mai multe dimensiuni. Ca și în capitolul precedent, sunt urmărite aspectele cele mai importante legate de modalitățile de reprezentare a acestora în limbajul C++ și de prelucrarea acestor tablouri în diferite situații practice.

Algoritmi de căutare și sortare, se ocupă cu prezentarea unor metode de căutare și sortare, criteriul de selecție a metodelor descrise fiind complexitatea scăzută a acestora. În acest capitol se insistă și asupra modului în care este acoperit subiectul căutării și sortării din punct de vedere C++ (algoritmi specifici utilizați și implementați în STL).

Algoritmi Divide et Impera se ocupă cu descrierea aspectelor teoretice legate de metoda de programare Divide et Impera, identificarea specificității unei probleme care poate să fie rezolvată corect cu Divide et Impera și cu exemplificarea calculului complexității pentru algoritmi de acest tip.

Algoritmi Greedy se ocupă cu exemplificarea situațiilor în care se poate aplica aceasta tehnică de programare. În acest capitol se discută atât avantajele cât și dezavantajele acestei strategii, și sunt prezentate o serie de probleme care urmăresc o cât mai bună înțelegere a situațiilor în care poate fi folosită.

Lucrarea se încheie cu o *Bibliografie* în care sunt incluse principalele cărți și materiale care au servit autoarelor ca sursă de documentare.



Cerințe preliminare

Cerințe de curriculum:

- Noțiuni elementare din liceu: variabile, constante, instrucțiuni, subprograme;
- Algoritmi elementari de procesare de cifre pentru un număr, paritate, primalitate;
- Funcții elementare de procesare de șiruri de caractere;
- Noțiuni diverse despre recursivitate și iterativitate;
- Noțiuni de bază despre metode de programare simple.

Competențe informatice/digitale la nivel preuniversitar sunt necesare.



Durata medie de studiu individual

Parcurgerea de către studenți a unităților de învățare ale cursului de *Algoritmi Fundamentali* (atât aspectele teoretice cât și rezolvarea testelor de autoevaluare și rezolvarea problemelor propuse) se poate face în timpul indicat pentru fiecare capitol/unitate.



Evaluarea

La sfârșitul semestrului, fiecare student va primi o notă, care va cuprinde:

- 60% valorează nota la laborator obținută pe baza unui test la final de semestru. Testul este eliminatoriu.
- 40% valorează nota la examenul oral stabilit în sesiune, ce va conține întrebări teoretice și exerciții din materia prezentată în cadrul acestui material. Nota este eliminatorie.