Sveučilište u Splitu

Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje

Algoritmi i strukture podataka (220)

Izvještaj iz laboratorijskih vježbi

Boris Puljak (62-2020)

Split, prosinac 2023.

**Vježba 1: Methods and Criteria**

1. **Zadatak: Passing by Reference**

Programski kod:

using System;

using System.Collections.Generic;

using System.Linq;

using System.Text;

using System.Threading.Tasks;

namespace Parameters

{

class Program

{

public static void Swap(ref int a, ref int b)

{

int temp = a;

a = b;

b = temp;

}

static void Main(string[] args)

{

int a = 1, b = 2;

Console.WriteLine($"Prije zamjene: a = {a} b = {b}");

Swap(ref a, ref b);

Console.WriteLine($"Poslije zamjene: a = {a} b = {b}");

int[] array = { 2, 3, 4, 1, 8, 6, 5, 7 };

Console.WriteLine("\nNiz prije zamjene:");

foreach (int num in array)

{

Console.Write(num+"\n");

}

Swap(ref array[2], ref array[3]);

Console.WriteLine("\nNiz nakon zamjene:");

foreach (int num in array)

{

Console.Write(num+"\n");

}

}

}

}

Na početku samog zadatka je potrebno kreirati novi C# console projekt pod nazivom Parameters.

Nakon toga potrebno je implementirati javnu statičku metodu Swap koja preko reference prima dva argumenta a i b. Kada su argumenti primljeni putem reference, to znači da metoda Swap prima njihove adrese, a ne vrijednost argumenata. Tako da sve promjene nad argumentima a i b u metodi Swap će se odraziti na vrijednosti argumenata a i b zapisani u memoriji.

Metoda Swap će zamijeniti vrijednosti primljenih argumenata, tako što ćemo dodati novi argument temp koji će nam služiti kao privremeni spremnik za vrijednost argumenta a jer ćemo ga izjednačiti s argumentom a. Zatim ćemo vrijednost argumenta b upisati u argument a, a u argument b upisati vrijednost argumenta temp (u njemu je zapisana početna vrijednost argumenta a, a u argumentu a je trenutno početna vrijednost argumenta b).

Varijable a i b su lokalne varijable funkcije i nemaju nikakve veze sa onima unutar Main funkcije, osim što imaju isti naziv. Da nema ključne riječi ref ispred argumenata funkcije, varijable a i b bi zamijenile vrijednosti i po završetku funkcije bi se izbrisale (te dvije varijable u funkciji Swap), vrijednosti istoimenih varijabli a i b u mainu koje su proslijeđene kao argument Swap funkciji se ne bi promijenile i onda zadatak ne bi bio izvršen kako treba.

U main funkciji se deklariraju dvije varijable tipa integer, a i b, početnih vrijednosti 1 i 2. Potrebno je ispisati varijable u konzolnom prozoru odmah pri pokretanju programa. Ispis se vrši metodom Console.WriteLine (u kodu su vidljiva dva načina vršenja ispisa i oba su točna).Zatim se poziva funkcija Swap te joj se prosljeđuju varijable a i b. A zatim se ispisuju nove vrijednosti varijabli a i b.

Zatim deklariramo i inicijaliziramo niz Array. Ispisujemo sve vrijednosti niza funkcijom foreach. Pozivamo funkciju Swap kako bi zamijenili 3. i 4. element niza, te joj te iste elemente proslijedimo. Funkcija Swap zamijeni vrijednosti ta dva elementa. Zatim ponovno ispisujemo niz kojem su sada 3. i 4. element zamijenjenih vrijednosti.

1. **Zadatak: Sorting via IComparable**

Programski kod (klasa Student):

using System;

using System.Collections.Generic;

using System.Linq;

using System.Text;

using System.Threading.Tasks;

namespace Parameters

{

public class Student : IComparable

{

private string name;

private double grade;

public Student(string name, double grade)

{

this.name = name;

this.grade = grade;

}

public override string ToString()

{

return $"{name}: {grade}";

}

public int CompareTo(object obj)

{

Student other = obj as Student;

if (grade < other.grade)

return -1;

else if (grade > other.grade)

return 1;

return 0;

}

}

}

Prvo kreiramo klasu student koja koristi interface IComparable. Ta klasa mora sadržavati javne varijable za pohranu imena i ocjene studenta. Definiran je konstruktor za postavljenje varijabli koje sadrži klasa Student, na način da primljene vrijednosti se upisuju na mjesto tih varijabli. Override metoda služi nam za ispis studenta i njegove ocjene. Interface IComparable definira metodu CompareTo koja prima objekt i vraća vrijednost -1 u slučaju da je vrijednost sadržana u this objektu manja od vrijednosti u drugom objektu. U slučaju da je obrnuto, metoda vraća vrijednost 1. U slučaju da su obe vrijednosti jednake, metoda vraća vrijednost 0. U ovom zadatku uspoređivani su objekti klase student po njihovim ocjenama. Metoda uspoređuje ocjenu studenta za koji je pozvana metoda i drugog studenta te prema gore navedenim kriterijima vrača određenu vrijednost.

Programski kod (klasa Bubble):

using System;

using System.Collections.Generic;

using System.Linq;

using System.Text;

using System.Threading.Tasks;

namespace Comparables

{

public class Bubble

{

public static void Sort(IComparable[] array)

{

for (int i = 0; i < array.Length; i++)

{

for (int j = i + 1; j < array.Length; j++)

{

if (array[j].CompareTo(array[i]) > 0)

{

IComparable temp = array[j];

array[j] = array[i];

array[i] = temp;

}

}

}

}

}

}

U klasi Bubble implementirana je funkcija Sort koja nam služi za sortiranje, ona koristi Bubble Sort algoritam sortiranja koji sortira niz tako da uspoređuje svaki element sa svakim elementom. Funkcija prvo uzme jedan element niza (preko vanjske for petlje) i onda ga uspoređuje sa svim ostalim elementima (preko unutarnje for petlje). A za samu usporedbu dva elementa koristi se CompareTo metoda koju smo objasnili u klasi Student. Kada metoda pronađe element koji je veći od onog s kojim se uspoređuje, a koji se nalazi na nižoj poziciji u nizu, tada se zamijene vrijednosti tih elemenata. Nakon te operacije veći element bude na nižoj poziciji u nizu, pa tako dobijemo sortiran niz u kojem su poredani objekti klase student prema ocjeni od veće prema manjoj.

Programski kod (Main program):

using Parameters;

using System;

using System.Collections.Generic;

using System.Linq;

using System.Text;

using System.Threading.Tasks;

namespace Comparables

{

class Program

{

static void Main()

{

Student[] students = {

new Student("Ivo", 4.1),

new Student("Ana", 4.9),

new Student("Iva", 4.3),

new Student("Bob", 4.5),

new Student("Joe", 4.7)

};

Console.WriteLine("Studenti prije sortiranja:");

DisplayStudents(students);

Bubble.Sort(students);

Console.WriteLine("\nStudenti nakon sortiranja:");

DisplayStudents(students);

}

static void DisplayStudents(Student[] students)

{

foreach (var student in students)

{

Console.WriteLine(student);

}

}

}

}

U main funkciji se deklarira niz objekata klase student. Prilikom stvaranja svakog novog objekta Student šalje se ime i ocjena tog studenta tako da objekt može biti u postupnosti definiran. U konzolni prozor ispišemo niz studenata, zatim sortiramo niz i ispišemo sortirani niz studenata. Dodali smo funkciju DisplayStudents koja prima niz objekata i ispisuje ih u konzolni prozor prolaskom kroz niz pomoću petlje foreach koja za svaki objekt student u nizu objekata ispiše objekt student, odnosno njegovo ime i ocjenu.

1. **Zadatak: Sorting via IComparer**

Programski kod (klasa Student):

using System;

using System.Collections.Generic;

using System.Linq;

using System.Text;

using System.Threading.Tasks;

namespace Comparers

{

public class Student

{

public string name;

public double grade;

public Student(string name, double grade)

{

this.name = name;

this.grade = grade;

}

public override string ToString()

{

return $"{name}: {grade}";

}

}

}

Klasa student sadrži dvije varijable, name i grade, koje se pomoću konstruktora postavljaju na primljene vrijednosti. Također kao u prethodnom zadatku override metoda nam služi za ispis studenta i njegove ocjene.

Programski kod (klasa StudentComparer):

using System;

using System.Collections.Generic;

using System.Text;

using System.Collections;

namespace Comparers

{

public class StudentComparer : IComparer

{

private StudentComparerType criterion;

public StudentComparer(StudentComparerType criterion)

{

this.criterion = criterion;

}

public int Compare(object x, object y)

{

Student studentX = (Student)x;

Student studentY = (Student)y;

switch (criterion)

{

case StudentComparerType.Name:

return studentX.name.CompareTo(studentY.name);

case StudentComparerType.Grade:

return studentY.grade.CompareTo(studentX.grade);

default:

throw new Exception("Kriterij ne postoji");

}

}

}

public enum StudentComparerType

{

Name, Grade

}

}

Klasa StudentComparer koristi interface IComparer i koristi njegovu metodu Compare. Kriterij po kojem vršimo usporedbu se pohranjuje u privatnu varijablu criterion koja se pomoću konstruktora postavlja na određenu vrijenost, a može biti Name ili Grade jer su te dvije opcije pohranjene u enumeraciji StudentComparerType. Compare metoda prima dva objekta koja uspoređuje, objekt x i objekt y, koja uspoređuje prema varijabli criterion, koristi CompareTo metodu i vraća vrijednost CompareTo. U slučaju da se varijabla criterion ne podudara s dva moguća kriterija za rješavanje zadatka javlja se greška da kriterija za usporedbu studenata ne postoji.

Programski kod (klasa Bubble):

using System;

using System.Collections.Generic;

using System.Text;

using System.Collections;

namespace Comparers

{

public class Bubble

{

public static void Sort(object[] array, IComparer comparer)

{

for (int i = 0; i < array.Length; i++)

{

for (int j = i + 1; j < array.Length; j++)

{

if (comparer.Compare(array[j], array[i]) < 0)

{

object temp = array[j];

array[j] = array[i];

array[i] = temp;

}

}

}

}

}

}

Klasa Bubble je napravljena na isti princip kao i ona u prethodnom zadatku, samo što se sada koristi metoda Compare iz interfacea IComparer koja kao argument prima dva objekta koja uspoređuje (u prošlom zadatku koristio se interface IComparable i njegova metoda CompareTo). Implementacija metode Compare se nalazi u klasi StudentComparer.

Programski kod (Main program):

using Comparers;

using System;

namespace Comparers

{

class Program

{

static void Main()

{

Student[] students = {

new Student("Ivo", 4.1),

new Student("Ana", 4.9),

new Student("Iva", 4.3),

new Student("Bob", 4.5),

new Student("Joe", 4.7)

};

Console.WriteLine("Studenti:");

DisplayStudents(students);

StudentComparer comparerByName = new StudentComparer(StudentComparerType.Name);

Bubble.Sort(students, comparerByName);

Console.WriteLine("\nStudenti nakon sortiranja prema imenu:");

DisplayStudents(students);

StudentComparer comparerByGrade = new StudentComparer(StudentComparerType.Grade);

Bubble.Sort(students, comparerByGrade);

Console.WriteLine("\nStudenti nakon sortiranja prema ocjeni:");

DisplayStudents(students);

}

static void DisplayStudents(Student[] students)

{

foreach (var student in students)

{

Console.WriteLine(student);

}

}

}

}

U main funkciji se deklarira niz objekata klase student. Prilikom stvaranja svakog novog objekta Student šalje se ime i ocjena tog student. U konzolni prozor ispišemo niz studenata, zatim sortiramo niz prema imenima studenata i ispišemo sortirani niz studenata prema imenu, zatim sortiramo niz prema ocjenama studenata i ispišemo sortirani niz studenata prema ocjeni. Ispisivanje se vrši funkcijom DisplayStudents na isti način kao u prethodnom zadatku.

**Vježba 2: Searching**

1. **Zadatak: Recursive Methods**

Programski kod:

using System;

using System.Collections.Generic;

using System.Linq;

using System.Text;

using System.Threading.Tasks;

using System.Diagnostics;

namespace Recursions

{

class Program

{

static void Main()

{

int result = Factorial(6);

Console.WriteLine("6!="+result);

result = Fibonacci(6);

Console.WriteLine("Fibonacci of 6 (Recursive)="+result);

result = FibonacciIter(6);

Console.WriteLine("FibonacciIter of 6 (Iterative):"+result);

}

static int Factorial(int n)

{

if (n <= 1) return 1;

return n \* Factorial(n - 1);

}

static int Fibonacci(int n)

{

if (n <= 1) return n;

return Fibonacci(n - 1) + Fibonacci(n - 2);

}

static int FibonacciIter(int n)

{

if (n <= 1) return n;

int a = 0, b = 1, result = 0;

for (int i = 2; i <= n; i++)

{

result = a + b;

a = b;

b = result;

}

return result;

}

}

}

Prvo je implementirana metoda Factorial koja računa faktorijel nekog broja primljenog preko argumenta n. U slučaju da je primljeni broj manji ili jednak 1, njegov faktorijel iznosi 1. Za sve ostale (veće od 1) faktorijel je umnožak svih brojeva do tog broja, odnosno faktorijel prethodnog broja pomnožen s tim brojem te baš zbog toga se u metodi Factorial rekurzivno poziva ta ista metoda Factorial za taj broj umanjen za 1. Tako ostvarujemo da se izračuna umnožak svih brojeva od 1 do tog u početku primljenog broja n.

Zatim je implementirana metoda Fibonacci za izračun vrijednosti određenog elementa Fibonaccijevog niza. To je niz u kojem se sljedeći broj dobije zbrajanjem prethodna dva broja (Fibonaccijev niz: 1 1 2 3 5 8 13 …). Vrijednost Fibonaccijevog niza za prvi i drugi element je 1, zato funkcija vraća 1. U svakom drugom slučaju kada se traži element na poziciji 3 ili višoj, tada se ta vrijednost dobije kao zbroj prethodna dva broja u nizu pozivajući tu istu metodu Fibonacci rekurzivno i tako sve dok ne dođemo do prva 2 elementa koji su nam poznati.

Metoda Fibonacciter je implementirana tako da računa vrijednost elementa u Fibonaccijevom nizu iterativnim prolaženjem kroz niz od prve do tražene vrijednosti. Opet vrijedi da je vrijednost niza za prvi i drugi element 1. Za računanje vrijednosti na svim sljedećim elementima, sve do onog kojeg tražimo, koristimo petlju koja računa vrijednosti elemenata niza.

Pozvana je svaka funkcija te zatim ispisano ono što ona vraća.

1. **Zadatak: Sequential and Binary Search**

Programski kod:

using System;

using System.Collections.Generic;

using System.Linq;

using System.Text;

using System.Threading.Tasks;

using System.Diagnostics;

namespace Searching

{

class Program

{

static int SequentialSearch(int[] array, int value)

{

for (int i = 0; i < array.Length; i++)

{

if (array[i] == value)

return i;

}

return -1;

}

static int BinarySearch(int[] array, int value)

{

int low = 0;

int high = array.Length - 1;

while (low <= high)

{

int mid = (low + high) / 2;

if (array[mid] == value)

return mid;

else if (array[mid] < value)

low = mid + 1;

else

high = mid - 1;

}

return -1;

}

static int BinarySearchRecursive(int[] array, int value, int low, int high)

{

if (low <= high)

{

int mid = (low + high) / 2;

if (array[mid] == value)

return mid;

else if (array[mid] < value)

return BinarySearchRecursive(array, value, mid + 1, high);

else

return BinarySearchRecursive(array, value, low, mid - 1);

}

return -1;

}

static void Main()

{

int[] array = { 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 };

int index = SequentialSearch(array, 6);

Console.WriteLine("Sequential Search: "+index);

index = BinarySearch(array, 6);

Console.WriteLine("Binary Search: "+index);

index = BinarySearchRecursive(array, 6, 0, 6);

Console.WriteLine("Binary Search (Recursive): "+index);

}

}

}

U ovom zadatku prvo smo implementirali algoritam za sekvencijalno pronalaženje određenog elementa u nekom nizu. Metoda zvana SequentialSearch prima niz iz kojeg traži element i vrijednost koja se traži. Pronalazak smo ostvarili na način da smo for petljom prošli kroz sve elemente niza te svaki od njih zasebno i po redu usporedili s vrijednošću koju tražimo. Kada smo pronašli element koji sadrži vrijednost koja se poklapa s onom koju tražimo tada vračamo indeks tog elementa, koji poslije u main dijelu programa ispisujemo u konzoli, naravno nakon što smo pozvali tu našu funkciju SequentialSearch i proslijedili joj niz te vrijednost koju tražimo u tom nizu. U slučaju da se vrijednost koja tražimo ne poklapa s ni jednom vrijednošću elemenata niza, tada vračamo vrijednost -1 (zbog toga što su indeksi elemenata niza od 0 pa do n-1 pa zato kada u konzoli vidimo da se ispisalo -1 znamo da te vrijednosti nema u nizu).

Iduća metoda koju smo implementirali je BinarySearch koja također prima niz i vrijednost koju tražimo u tom nizu. Da bi ovaj algoritam uopće mogli implementirati potrebno je prethodno sortirati niz jer jedino tada nam vrijednosti elemenata u nizu daju informaciju o pozicijama ostalih elemenata jer ćemo uspoređivat vrijednosti te prema toj usporedbi se odlučuje slijedeći korak. Mi smo odmah niz postavili kao sortiran s vrijednostima od 1 do 7 kao što je zadano u zadatku. Algoritam funkcionira tako da se niz podijeli na pola, odredi se sredina niza pomoću poznatih indexa početka i kraja niza te se traženi element uspoređuje s elementom koji ima indeks sredine niza. Na temelju te usporedbe odlučujemo o slijedećem koraku, u slučaju da vrijednost tog elementa odgovara traženoj vrijednosti vračamo indeks tog elementa, u slučaju da je srednji element manji ili veći od traženoga nastavljamo tražiti u lijevom ili desnom podnizu. Ako algoritam nastavlja gledati neki od podnizova bitno je voditi računa o početnom i krajnjem indexu tog podniza, odnosno tada više oni nisu jednaki ovisno o tome koji pozniz je izabran za daljnje promatranje, ako je izabran desni podniz onda početni indeks postaje jednak indeksu sredine prethodnog niza uvećanog za 1 dok krajnji indeks ostaje isti, a u slučaju da je izabran lijevi pozniz tada krajnji indeks postaje jednak srednjem indeksu umanjenom za 1 dok početni indeks ostaje isti. Taj podniz tretiramo identično kao i prvi niz, odnosno radimo istu proceduru. Tako radimo sve dok ne nađemo traženi element u nizu, a uvjet da se traženje izvršava je da je početni indeks manji od krajnjeg indexa niza to jest podniza koji promatramo.

Ovaj algoritam je također moguće implementirati rekurzivno. Sada metodu nazivamo BinarySearchRecursive te ona prima niz, vrijednost koju tražimo u tom nizu, početni indeks i krajnji indeks. Ona vrača indeks elementa ukoliko je tražena vrijednost jednaka elementu na srednjem indexu, ali u slučaju da se ne nalazi tu prelazimo na podniz tako što metoda poziva samu sebe rekurzivno. Ponovnim pozivanjem moramo voditi računa o korekciji indexa početka i kraja podniza koji se šalju pri pozivu funkcije. Tako da ukoliko je vrijednost elementa na srednjem indeksu manja od vrijednosti koju tražimo, uzimamo desni podniz za daljnje razmatranje, s jednom bitnom promjenom, a to je da je sada početni indeks jednak indeksu sredine prethodnog niza uvećan za 1, analogno tome se obavlja traženje u lijevom podnizu gdje se korigira krajnji indeks.

1. **Zadatak: Smart Arrays**

Programski kod (klasa SmartArray):

using System;

using System.Collections;

using System.Collections.Generic;

using System.Linq;

using System.Text;

using System.Threading.Tasks;

namespace SmartArray

{

class SmartArray

{

public int size;

public int last = -1;

int[] array;

public SmartArray(int size)

{

this.array = new int[size];

this.size = array.Length;

}

public int this[int index]

{

get { return array[index]; }

set { array[index] = value; }

}

public int Length

{

get { return last + 1; }

}

public void Add(int item)

{

if (last == (size - 1))

{

Array resized =

Array.CreateInstance(typeof(int), size \* 2);

Array.Copy(array, resized, size);

array = (int[])resized;

size = array.Length;

}

array[++last] = item;

}

public void Remove(int item)

{

for (int i = 0; i < this.Length; i++)

{

if (array[i] == item)

{

Array.Copy(array, i + 1, array, i, last - i);

last--;

break;

}

}

}

public IEnumerator GetEnumerator()

{

return new SmartEnumerator(this);

}

private class SmartEnumerator : IEnumerator, IDisposable

{

int index = -1;

SmartArray smarty;

public SmartEnumerator(SmartArray smarty)

{

this.smarty = smarty;

}

public bool MoveNext()

{

index++;

return index < smarty.Length;

}

public void Reset()

{

throw new NotSupportedException();

}

public void Dispose() { }

public object Current

{

get { return smarty.array[index]; }

}

}

}

}

Klasa SmartArray predstavlja pametan niz koji ima mogučnost dinamičkog dodavanja, uklanjanja i iteraciju kroz elemente. Klasa sadrži konstruktor koji prima veličinu niza i služi za njegovu inicijalizaciju. Implementiran je također i indekser koji sadrži get i set metode koje služe za dohvaćanje vrijednosti niza s određenog indexa i za postavljanje elementa na određenom indeksu. Metoda lenght služi za dohvaćanje duljine niza.

Pomoću metode Add dodajemo element item u niz. U slučaju da je posljednji element na indeksu koji odgovara veličini niza umanjen za jedan zada moramo povećati veličinu niza jer novi element ne stane u postojeći niz. Zato kreiramo niz koji je duplo veći od trenutnoga, postavi se veličina na novu veličinu, kopira trenutni niz u taj novi, zatim postavljamo element na idući prazan indeks.

Metoda Remove prima element koji je potrebno ukloniti iz niza. For petljom prolazi kroz niz i pronalazi se element jednak onome kojeg želimo ukloniti. Zatim metodom Copy kopiramo niz u drugi niz, metoda Copy prima originalni niz, početni indeks od kojeg se vrši kopiranje (indeks nakon indeksa elementa kojeg izbacujemo), odredišni niz to jest niz u koji želimo kopirati dio niza nakon elementa kojeg izbacujemo (na to mjesto upisujemo početni niz jer želimo zadržati dio početnog niza do elementa koji izbacujemo), indeks u odredišnom nizu od kojeg započinjemo kopiranje (to je element s indeksom za jedan manjim od onog elementa koji izbacujemo, jer sada se kopirani niz dodaje to jest kopira kao nastavak na dio originalnog niza koji počinje od početka i ide do elementa koji je izbačen). Zatim se last smanjuje za jedan, jer se duljina niza umanjila za jedan element.

Unutar klase je definirana nova klasa SmartEnumerator koja služi kao iterator za šetanje kroz niz. Klasu realiziramo pomoću interfacea IEnumerator (šetanje) i IDisposable (oslobađanje memorije kod objekata koji se više ne koriste). Implementirane je metoda MoveNext koja služi za pomicanje iteratora po nizu na način da mu uvećava indeks za jedan i vrati true ako je indeks elementa manji od duljine niza. Metoda Current vraća vrijednost elementa u nizu na koji iterator pokazuje.

Programski kod (Main program):

using System;

using System.Collections;

using System.Collections.Generic;

using System.Linq;

using System.Text;

using System.Threading.Tasks;

namespace SmartArray

{

class Program

{

static void Main(string[] args)

{

SmartArray smarty = new SmartArray(4);

for (int i = 0; i < 8; i++)

{

smarty.Add(i);

}

for (int i = 0; i < smarty.Length; i++)

Console.Write(smarty[i] + " ");

Console.WriteLine();

IEnumerator enumerator = smarty.GetEnumerator();

while (enumerator.MoveNext())

{

int i = (int)enumerator.Current;

Console.Write(i + " ");

}

Console.WriteLine();

for (int i = 0; i < 8; i++)

{

Console.WriteLine("Removing " + i);

smarty.Remove(i);

foreach (var s in smarty)

{

Console.Write(s + " ");

}

Console.WriteLine();

}

}

}

}

U mainu je kreiran objekt smarty u kojeg dodajemo 8 elemenata. Kreiran je iterator enumterator tom objektu kako bi mogli šetati po nizu. Za slučaj kada metoda enumatatora koju smo nazvali MoveNext vraća true ispisuju se svi elemente pomoću metode enumeratora koju smo nazvali Current. Nakon toga metodom Remove izbacujemo elemente niza jedan po jedan i svaki put nakon izbačenog elementa ispišemo niz koji je preostao.

**Vježba 3: Sorting**

1. **Zadatak: Selection Sort**

Programski kod (klasa Selection):

using System;

using System.Collections.Generic;

using System.Linq;

using System.Text;

using System.Threading.Tasks;

namespace Selection

{

class Selection

{

public static void Sort(int[] arr, int startIndex)

{

for (int i = startIndex; i < arr.Length - 1; i++)

{

int minIndex = i;

for (int j = i + 1; j < arr.Length; j++)

{

if (arr[j] < arr[minIndex])

{

minIndex = j;

}

}

if (minIndex != i)

{

int temp = arr[i];

arr[i] = arr[minIndex];

arr[minIndex] = temp;

}

}

}

}

}

Prvo definiramo metodu za sortiranje niza cijelih brojeva koja prima niz cijelih brojeva koje treba sortirati i indeks od kojeg sortiranje treba vršiti. Zatim petlja ide kroz niz počevši od startIndex indeksa do predzadnjeg elementa, zatim taj indeks postavlja kao minIndex to jest odabire se on kao minimalni element. Petlja opet iterira kroz nesortirani dio niza s početkom na kraju niza i ide do minimalnog elementa u nesortiranom dijelu. Kada petlja naiđe na element koji je manji od elementa koji je trenutno u minIndex varijabli onda se minIndex postavlja na taj element. Nakon pronalaska minimalnog elementa, ako je njegov indeks različit od trenutnog indeksa „i“, radi se zamjena elemenata na indeksu „i“ i pronađenog minimalnog elementa. Tako se najmanji element u nesortiranom dijelu prebacuje na točnu poziciju kojoj pripada u tom nizu.

Programski kod (Main program):

using System;

using System.Collections.Generic;

using System.Linq;

using System.Text;

using System.Threading.Tasks;

namespace Selection

{

class Program

{

static void Main(string[] args)

{

int[] array = { 9, 8, 4, 11, 5, 7, 3, 1 };

Console.WriteLine("Original array:");

PrintArray(array);

Selection.Sort(array, 0);

Console.WriteLine("\nSorted array:");

PrintArray(array);

}

static void PrintArray(int[] arr)

{

foreach (var item in arr)

{

Console.Write(item + " ");

}

Console.WriteLine();

}

}

}

Definirali smo niz cijelih brojeva kao što je rečeno u zadatku i zatim smo ga ispisali. Pozivamo funkciju Sort koja sortira niz i zatim ga ponovno ispisujemo. Napisana je i metoda za ispis niza u konzolu koju smo objasnili već prije.

1. **Zadatak: Quick Sort**

Programski kod (klasa Student):

using System;

using System.Collections.Generic;

using System.Linq;

using System.Text;

using System.Threading.Tasks;

namespace Quick\_Sort

{

class Student

{

private string name;

private double grade;

public Student(string name, double grade)

{

this.name = name;

this.grade = grade;

}

public override string ToString()

{

return $"{name} - {grade}";

}

public static bool CompareName(object a, object b)

{

if (a is Student studentA && b is Student studentB)

{

return String.Compare(studentA.name, studentB.name, StringComparison.Ordinal) < 0;

}

return false;

}

public static bool CompareGrade(object a, object b)

{

if (a is Student studentA && b is Student studentB)

{

return studentA.grade > studentB.grade;

}

return false;

}

}

}

U klasi student su definirani parametri name i grade te su u konstruktoru postavljeni na poslane vrijednosti. Klasa također sadrži CompareName i CompareGrade metode koje koriste CompareTo metodu kako bi usporedili studente. S obzirom da tu to bool funkcije one vračaju True ili False ovisno o usporedbi dvaju studenata, a to smo već objasnili na prijašnjim primjerima.

Programski kod (klasa Quick):

using System;

using System.Collections.Generic;

using System.Linq;

using System.Text;

using System.Threading.Tasks;

namespace Quick\_Sort

{

class Quick

{

public delegate bool Comparison(object a, object b);

public static void Sort(object[] array, int left, int right, Comparison cmp)

{

if (left >= right) return;

int last = Partition(array, left, right, cmp);

Sort(array, left, last - 1, cmp);

Sort(array, last + 1, right, cmp);

}

public static int Partition(object[] array, int left, int right, Comparison cmp)

{

object pivot = array[right];

int i = left - 1;

for (int j = left; j < right; j++)

{

if (cmp(array[j], pivot))

{

i++;

Swap(array, i, j);

}

}

Swap(array, i + 1, right);

return i + 1;

}

public static void Swap(object[] array, int first, int second)

{

object temp = array[first];

array[first] = array[second];

array[second] = temp;

}

}

}

Na početku smo deklarirali delegat koji kao argument prima dva objekta. On nam koristi da pomoću njega šaljemo kriterij prema kojem sortiramo, metodama Sort i Partition.

Metoda Sort koristi Partition rekurzivno to jest poziva ga za desni i lijevi podniz oko pivota. Odabere se pivot putem varijable last pozivanjem metode Partition. Zatim Sort sam sebe poziva rekurzivno za desni i lijevi podniz oko pivota last.

Metodom Partition odabiremo pivot niza, a niz podijelimo na desni i lijevi podniz gledajući od pivota. Pivot postavljamo na bilo koji element niza. Taj pivot uspoređujemo s ostalim elementima niza, a uspoređujemo objekte tipa student pa je potrebno pomoću cmp proslijediti kriterij prema kojem sortiramo. Vršimo Swap metodu nad objektima studenata.

Metoda Swap zamjenjuje dva elementa u nizu.

Programski kod (Main program):

using System;

using System.Collections;

using System.Collections.Generic;

using System.Linq;

using System.Text;

using System.Threading.Tasks;

namespace Quick\_Sort

{

class Program

{

static void Main()

{

Student[] students = {

new Student("Ivo", 4.1),

new Student("Ana", 4.9),

new Student("Iva", 4.3),

new Student("Bob", 4.5),

new Student("Joe", 4.7),

new Student("Tom", 4.4),

new Student("Iko", 4.6),

};

Console.WriteLine("Početni niz studenata:");

DisplayArray(students);

Quick.Partition(students, 0, students.Length - 1, Student.CompareName);

Console.WriteLine("\nSortirani niz studenata po imenu:");

DisplayArray(students);

Quick.Sort(students, 0, students.Length - 1, Student.CompareName);

Console.WriteLine("\nSortirani niz studenata po imenu:");

DisplayArray(students);

Quick.Sort(students, 0, students.Length - 1, Student.CompareGrade);

Console.WriteLine("\nSortirani niz studenata po ocjeni:");

DisplayArray(students);

}

static void DisplayArray(Student[] array)

{

foreach (var student in array)

{

Console.WriteLine(student);

}

Console.WriteLine();

}

}

}

U Main dijelu programa definirani su objekti klase Student s pripadajućim argumentima imena i ocijene. Zatim se ispisao početni niz, pa provjerile funkcionalnosti metoda za obavljanje Quick Sort algoritma na način da su pozvane pa ponovno ispisan niz studenata nakon svake metode.

1. **Zadatak: Priority Queue**

Programski kod (klasa Heap):

using System;

using System.Collections.Generic;

using System.Linq;

using System.Text;

using System.Threading.Tasks;

namespace Priority\_Queue

{

class Heap

{

private int size;

private int last;

private int[] priorities;

public Heap(int size)

{

this.size = size;

priorities = new int[size + 1];

last = 0;

}

public void Insert(int priority)

{

if (last >= size)

{

throw new Exception("Queue is full.");

}

last++;

priorities[last] = priority;

BubbleUp(last);

}

public int Retrieve()

{

if (last == 0)

{

throw new Exception("Queue is empty.");

}

int priority = priorities[1];

priorities[1] = priorities[last];

last--;

BubbleDown(1);

return priority;

}

public void BubbleUp(int i)

{

if (i == 1) return;

int parent = i / 2;

if (priorities[i] > priorities[parent])

{

Swap(i, parent);

BubbleUp(parent);

}

}

public void BubbleDown(int i)

{

int leftChild = 2 \* i;

int rightChild = 2 \* i + 1;

int maxIndex = i;

if (leftChild <= last && priorities[leftChild] > priorities[maxIndex])

{

maxIndex = leftChild;

}

if (rightChild <= last && priorities[rightChild] > priorities[maxIndex])

{

maxIndex = rightChild;

}

if (maxIndex != i)

{

Swap(i, maxIndex);

BubbleDown(maxIndex);

}

}

public void Swap(int i, int j)

{

int temp = priorities[i];

priorities[i] = priorities[j];

priorities[j] = temp;

}

public void Display()

{

for (int i = 1; i <= last; i++)

{

Console.Write(priorities[i] + " ");

}

Console.WriteLine();

}

}

}

U klasi Heap realiziramo Partially Ordered Tree, a on je realiziran tako da postoje roditelji i njihova djeca, odnosno čvorovi i nasljedni elementi tog čvora. Svaki čvor ima dva djeteta, s tim da su djeca manja od roditelja. Veličina Heapa se definira varijablom size, niz priorities sadrži elemente Heapa varijabla last je indeks posljednjeg popunjenog heapa.

Metode Insert i Retrieve koriste BubbleUp i BubbleDown metode kako bi ubacili ili izbacili element iz Heapa. Prvo se provjeri postoji li mogućnost za to tako što se provjeri da li je niz možda pun ili prazan. Insert metoda ubacuje neki novi element na indeks s prvim slobodnim mjestom u nizu, te uz pomoć BubbleUp metode ga namještamo na određenu poziciju. Retrieve metoda funkcionira tako da u priority varijablu spremimo prvi element niza, onda na mjesto prvog upišemo vrijednost posljednjeg, a indeks posljednjeg elementa umanjimo za jedan jer nam se sada duljina niza smanjuje zbog izbacivanja elementa. Na kraju je potrebno obaviti BubbleDown metodu za prvi element jer smo ga zamijenili pa Heap moramo sortirati.

BubbleUp metoda prima indeks i element koji se postavlja na višu poziciju u stablu (POT). Pronalazimo indeks roditelja dijeljenjem indeksa i, zato jer su indeksi djece uvijek na indeksu duplo većem i duplo većem plus jedan od indeksa roditelja. U slučaju da je vrijednost djeteta veća od vrijednosti tada mijenjamo mjesta djetetu i roditelju. Pa se nakon toga rekurzivno poziva BubbleUp za roditelja u slučaju da opet treba napraviti zamjenu. BubbleDown radi istu stvar, ali u suprotnom smjeru.

Programski kod (Main program):

using System;

using System.Collections.Generic;

using System.Linq;

using System.Text;

using System.Threading.Tasks;

using Priority\_Queue;

namespace Priority\_Queue

{

class Program

{

static void Main(string[] args)

{

Heap heap = new Heap(10);

try

{

for (int i = 0; i < 11; i++)

heap.Insert(i);

}

catch (Exception x)

{

Console.WriteLine(x.Message);

}

heap.Display();

try

{

while (true)

{

int priority = heap.Retrieve();

heap.Display();

}

}

catch (Exception x)

{

Console.WriteLine(x.Message);

}

}

}

}

U Main dijelu programa stvaramo Heap od 10 članova. Upisujemo brojeve pomoću Insert metode (član 0 nije dio stabla, zato se broji do 11 u for petlji), a zatim izbacujemo pomoću Retrieve metode.

1. **Zadatak: Heap Sort**

Programski kod (klasa Heap):

using System;

using System.Collections.Generic;

using System.Linq;

using System.Text;

using System.Threading.Tasks;

namespace Heap\_Sort

{

class Heap

{

public static void Sort(int[] array)

{

Heapify(array);

Arrange(array);

}

public static void Heapify(int[] array)

{

int n = array.Length;

for (int i = n / 2 - 1; i >= 0; i--)

{

BubbleDown(array, i, n);

}

}

public static void Arrange(int[] array)

{

int n = array.Length;

for (int i = n - 1; i > 0; i--)

{

Swap(array, 0, i);

BubbleDown(array, 0, i);

}

}

public static void BubbleDown(int[] array, int i, int last)

{

int leftChild = 2 \* i + 1;

int rightChild = 2 \* i + 2;

int maxIndex = i;

if (leftChild < last && array[leftChild] > array[maxIndex])

{

maxIndex = leftChild;

}

if (rightChild < last && array[rightChild] > array[maxIndex])

{

maxIndex = rightChild;

}

if (maxIndex != i)

{

Swap(array, i, maxIndex);

BubbleDown(array, maxIndex, last);

}

}

public static void Swap(int[] array, int i, int j)

{

int temp = array[i];

array[i] = array[j];

array[j] = temp;

}

}

}

Klasa Heap započinje s definiranjem metoda Heapify i Arrange koje nam služe kod sortiranja Heapa preko metode Sort.

Heapify metoda prima niz i obavlja BubbleDown unutar niza. BubbleDown se poziva onoliko puta koliko je polovina duljine niza, a on kreira Heap od proslijeđenog niza.

Metoda Arrange služi za sortiranje elemenata Heapa tako da koristi Swap i BubbleDown metode. Prvi i zadnji element zamijene mjesta pa se poziva BubbleDown metoda koja gura taj odabrani element prema dolje ako je on manji od onoga ispod.

BubbleDown metoda je slična onoj iz prethodnog zadatka, ona slaže Heap od vrha prema dnu ovisno o vrijednostima elemenata, tako što primi niz unutar kojeg su elementi i element koji treba postavit na pravo mjesto.

Programski kod (Main program):

using System;

using System.Collections.Generic;

using System.Linq;

using System.Text;

using System.Threading.Tasks;

namespace Heap\_Sort

{

class Program

{

static void Main(string[] args)

{

int[] array = { 5, 6, 8, 3, 4, 2, 1, 7, 3, 5, 4, 5, 4, 8 };

Console.WriteLine("Original array:");

PrintArray(array);

Heap.Sort(array);

Console.WriteLine("\nSorted array:");

PrintArray(array);

}

static void PrintArray(int[] arr)

{

foreach (var item in arr)

{

Console.Write(item + " ");

}

Console.WriteLine();

}

}

}

Unutar Main dijela programa je prvo stvoren niz koji smo ispisali, a zatim ispitalu funkcionalnost metoda Heapa i opet ga ispisali sortiranog.

**Vježba 4: Lists**

1. **Zadatak: Single Linked Lists**

Programski kod (klasa Node):