Wydział Elektryczny
POLITECHNIKA WARSZAWSKA

Autor: Krzysztof Dąbrowski 293101 29.11.2018

SPRAWOZDANIE
Drzewa i wyszukiwanie

Cel zadania

Implementacja struktury danych drzewa o dowolnej liczbie dzieci w każdym węźle oraz przeszukiwań w głąb i w szerz.

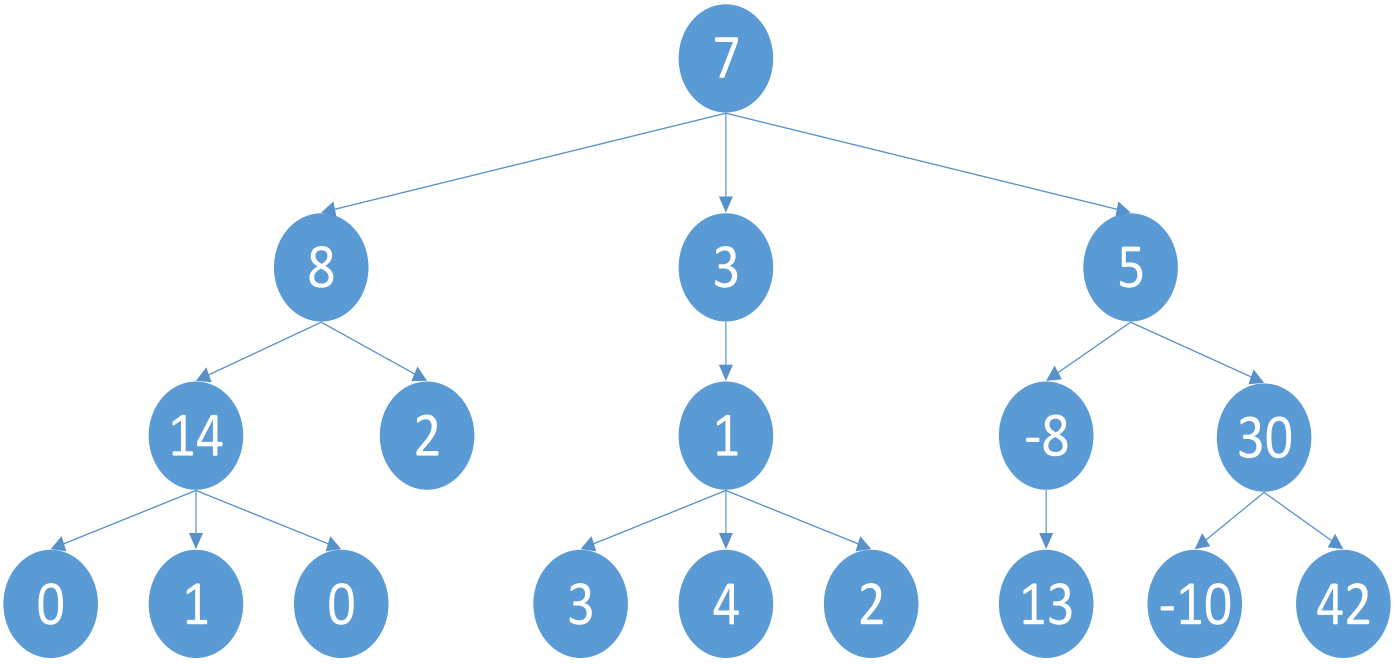
Repozytorium z kodem

https://github.com/SiwyKrzysiek/Drzewo

Główne funkcje

- Struktura drzewa
- Przechodzenie w głąb
- Przechodzenie wszerz
- Wyszukiwanie w głąb
- Wyszukiwanie wszerz

Przykładowe drzewo wykorzystane w programie



Pliki źródłowe

Program.cs

```
using System;

namespace Drzewo
{
    class MainClass
    {
        public static void Main(string[] args)
        {
            Tree<int> tree = Tree<int>.CreateExampleTree();

            //Przechodzenie przykładowego drzewa
            Console.WriteLine("Przejście drzewa w głąb:");
            Console.WriteLine(tree.DFSWalk());

            Console.WriteLine("\nPrzejście drzewa wszerz:");
            Console.WriteLine(tree.BFSWalk());

            //Wyszukiwanie wskazanego elementu w drzewie
            int found = tree.DFS(x => x == 1);
            //Console.WriteLine("\n" + found);
        }
    }
}
```

Tree.cs

```
using System.Collections.Generic;
using System.Text;
using System;

namespace Drzewo
{
    public class Tree<T>
    {
        public T Data { get; set; } //Dana przechowywana w węźle
        public List<Tree<T>> Children { get; set; } //Lista dzieci

        /// <summary>
        /// Konstruktor tworzący pojedyńczy węzeł
        /// </summary>
        /// <param name="value">Wartość wstawiana do drzewa</param>
        public Tree(T value)
        {
            Data = value;
            Children = new List<Tree<T>>(); //Na początku węzeł ma pustą listę dzieci
        }

        /// <summary>
        /// Dodanie pojedyńczego dziecka do wybranego węzła
        /// </summary>
        /// <param name="value">Wartość do doddania</param>
        public void AddOneChild(T value)
        {
            Tree<T> newNode = new Tree<T>(value); //Utworzenie nowego węzła do dodania

            this.Children.Add(newNode); //Dopisanie utworzonego węzła jako dziecko
aktualnego
```

```
        }

        /// <summary>
        /// Dodanie dowolnej liczby dzieci
        /// </summary>
        /// <param name="values">Kolekcja dzieci do dodania</param>
        public void AddManyChildren(IEnumerable<T> values)
        {
            foreach(T vale in values) //Dla każdej wartości dodajemy ją jako dziecko
            {
                this.Children.Add(new Tree<T>(vale));
            }
        }

        /// <summary>
        /// Zwraca i-te dziecko aktualnego węzła
        /// </summary>
        /// <param name="i">Numer dziecka</param>
        public Tree<T> this[int i] => this.Children[i]; //Accesor zwracający
odpowiednie dziecko

        /// <summary>
        /// Zwraca liczbę dzieci aktualnego węzła
        /// </summary>
        /// <value>Liczba dzieci</value>
        int NumberOfChildren => this.Children.Count; //Accesor zwracający liczbę
dzieci

        /// <summary>
        /// Zwraca ciąg wartości wszystkich dzieci danego węzła
        /// </summary>
        /// <returns>Wartości dzieci</returns>
        public string GetChildrenAsText()
        {
            StringBuilder result = new StringBuilder();

            foreach (Tree<T> child in this.Children) //Dla każdego dziecka dopisujemy
jego wartość do wynikowego ciągu
                result.Append(child.Data.ToString() + " ");

            return result.ToString();
        }

        /// <summary>
        /// Przechodzi drzewo w głąb i zwraca listę odwiedzonych węzłów
        /// </summary>
        /// <returns>Odwiedzone węzły</returns>
        public string DFSWalk()
        {
            StringBuilder output = new StringBuilder();
            DFSWalk(output);

            return output.Remove(output.Length-2, 2).ToString(); //Pozbycie się
ostatniego przecinka i spacji
        }

        /// <summary>
        /// Funkja, która faktycznie przechodzi drzewo
        /// </summary>
        private void DFSWalk(StringBuilder result)
        {
            result.Append(this.Data.ToString() + ", ");
```

```
            //System.Console.WriteLine(this.Data);

            foreach (var child in this.Children)
            {
                child.DFSWalk(result);
            }
        }

        /// <summary>
        /// Przechodzi drzewo wszerz i zwraca listę odwiedzonych węzłów
        /// </summary>
        /// <returns>Odwiedzone węzły</returns>
        public string BFSWalk()
        {
            StringBuilder output = new StringBuilder();
            BFSWalk(output);

            return output.Remove(output.Length - 2, 2).ToString(); //Pozbycie się
ostatniego przecinka i spacji
        }

        /// <summary>
        /// Funkja, która faktycznie przechodzi drzewo
        /// </summary>
        private void BFSWalk(StringBuilder result)
        {
            //System.Console.WriteLine(this.Data);
            result.Append(this.Data.ToString() + ", ");

            Queue<Tree<T>> nodesToVisit = new Queue<Tree<T>>(this.Children);
            while (nodesToVisit.Count != 0)
            {
                Tree<T> currentNode = nodesToVisit.Dequeue();

                result.Append(currentNode.Data.ToString() + ", ");
                foreach (Tree<T> child in currentNode.Children)
                    nodesToVisit.Enqueue(child);
            }
        }

        /// <summary>
        /// Szukanie elementu w głąb drzewa.
        /// </summary>
        /// <param name="criterion">Funkcja zwracająca <c>true</c> dla szukanego
elementu</param>
        /// <exception cref="InvalidOperationException">Wyjątek zostaje rzucony w
sytuacji gdy nie istnieje element spełniający kryterium</exception>
        /// <returns>Szukany element</returns>
        public T DFS(Predicate<T> criterion)
        {
            bool flag = false; //Przygotowanie flagi dla prawdziwej funkcji
            return DFS(criterion, ref flag); //Wywołanie prawdziwej funkcji
        }

        /// <summary>
        /// Rekurencyjna funkcja, która faktycznie szuka w głąb.
        /// Jest niedostępna by mieć kontrolę nad dodatkowymi parametrami
        /// </summary>
        /// <param name="criterion">Funkcja zwracająca <c>true</c> dla szukanego
elementu</param>
        /// <param name="found">Flaga uzywana w rekurencji. Musi zostać zainicjowana
zmienną o wartości <c>false</c></param>
```

```
        /// <param name="lastChild">Flaga uzywana w rekurencji. Musi dostać wartośc
<c>false</c> w oryginalnym wywołaniu</param>
        /// <returns>Szukany element</returns>
        private T DFS(Predicate<T> criterion, ref bool found, bool lastChild = true)
        {
            if (criterion(this.Data)) //Jeżeli aktualny element spełnia kryterium
            {
                found = true; //Ustawienie falagi by nie wchodzić w kolejne poziomy
rekurencji
                return this.Data; //Przekazanie znalezionego elementu
            }

            if (lastChild && this.Children.Count == 0) //Jeżeli algorytm doszedł do
elementu, który jest ostatnim dzieckiem swojego rodzica i nie ma dzieci to oznacza to,
że zostało przeszukane całe drzewo
                throw new InvalidOperationException("Element not found");

            for (int i = 0; i < this.Children.Count; i++) //Dla każdego dziecka
            {
                Tree<T> child = this.Children[i];

                T result = child.DFS(criterion, ref found, i == this.Children.Count -
1 && lastChild); //Wywyołujemy rekurencyjnie szukanie
                if (found) //Jeżeli flaga została ustawiona to nie ma sensu
kontynułować szukania
                    return result;
            }

            return default(T); //Wartość domyślna jest zwracana, ponieważ funkcja musi
coś zrwócić. Nie jest ona używana
        }

        /// <summary>
        /// Szukanie elementu wszerz drzewa
        /// </summary>
        /// <param name="criterion">Funkcja zwracająca <c>true</c> dla szukanego
elementu</param>
        /// <exception cref="InvalidOperationException">Wyjątek zostaje rzucony w
sytuacji gdy nie istnieje element spełniający kryterium</exception>
        /// <returns>Szukany element</returns>
        public T BFS(Predicate<T> criterion)
        {
            if (criterion(this.Data)) //Sprawdzenie korzenia
                return this.Data;

            Queue<Tree<T>> nodesToVisit = new Queue<Tree<T>>(this.Children); //Dzieci
korzenia wstawiane są do kolejki
            while (nodesToVisit.Count != 0) //Dopuki są węzły do sprawdzenia
            {
                Tree<T> currentNode = nodesToVisit.Dequeue(); //Wyjmowany jest
pierwszy węzeł z kolejki

                if (criterion(currentNode.Data)) //Sprawdzenie czy spełnia on
kryterium
                    return currentNode.Data;

                foreach (Tree<T> child in currentNode.Children) //Dodanie dzieci
aktualnego węzła na koniec kolejki
                    nodesToVisit.Enqueue(child);
            }
```

```
            throw new InvalidOperationException("Element not found"); //Wszystkie
węzły zostały sprawdzone
        }

        /// <summary>
        /// Zwraca przykładowe drzewo int-ów
        /// </summary>
        /// <returns>Przykładowe drzewo</returns>
        public static Tree<int> CreateExampleTree()
        {
            //Budowa przykładowego drzewa ("Drzewo.png")

            //Pierwszy poziom
            Tree<int> tree = new Tree<int>(7);

            //Drugi poziom
            tree.AddManyChildren(new int[] { 8, 3, 5 });

            //Trzeci poziom
            tree[0].AddManyChildren(new int[] { 14, 2 });
            tree[1].AddOneChild(1);
            tree[2].AddManyChildren(new int[] { -8, 30 });

            //Czwarty poziom
            tree[0][0].AddManyChildren(new int[] { 0, 1, 0 });
            tree[1][0].AddManyChildren(new int[] { 3, 4, 2 });
            tree[2][0].AddOneChild(13);
            tree[2][1].AddManyChildren(new int[] { -10, 42 });

            return tree;
        }
    }
}
```