Міністерство освіти України

Національний технічний університет України

“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

Факультет інформатики та обчислювальної техніки

ЗВІТ

до лабораторної роботи № 8

на тему: “Програмна реалізація алгоритму для вирішення задачі мінімізації сумарного зваженого відхилення відносно директивних термінів”

з дисципліни “Математичні методи оптимізації”

Виконала:

Студентка групи ІП-71

Каспрук Анастасія Андріївна

Київ 2020

Опис реалізації

Реалізація побудована на базі лекційного матеріалу.

План виконання задач представляє собою клас **Plan** . У своїй структурі він містить колекцію **Tasks**, в якій послідовно розміщені задачі для виконання, а також величину штрафу **CurrentFine** для поточного плану.

Задачі представлені об’єктами класу **Task** . Задача у свої структурі містить наступну інформацію:

- **Number** - номер завдання;
- **Duration** - тривалість виконання;
- **Term** - директивний строк виконання;
- **InitialFineForEarlier** - штраф за виконання раніше директивного строку, що задається на початку;
- **InitialFineForLater** - штраф за виконання пізніше директивного строку, що задається на початку;
- **StartMoment** - момент початку виконання завдання в тому плані, у якому на поточний момент знаходиться об’єкт завдання;
- **CurrentFine** – поточний штраф за завдання в тому плані, у якому на поточний момент знаходиться об’єкт завдання.

Алгоритм реалізований у методі **GetBestPlan** класу **Divider** . Клас **Divider** містить 3 приватних поля:

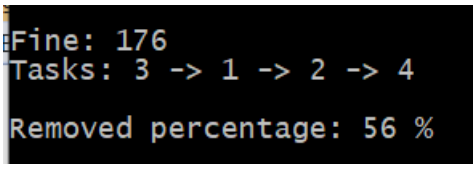
- **_tasks** – колекція зі всіма вхідними задачами;
- **_currentPlans** – колекція зі всіма можливими поточними планами виконання;
- **_record** – поточний рекорд.

На початку виконання алгоритму кожна задача по одній розподіляється по планам і дані плани додаються в колекцію **_currentPlans** .

На кожному кроці виконання алгоритму з колекції **_currentPlans** відбирається план з найменшим штрафом **bestPlan** і від нього відбувається розгалуження. Отримані в результаті розгалуження плани поміщаються у колекцію **_currentPlans** , а **bestPlan** видаляється з **_currentPlans** . Також з **_currentPlans** видаляються усі плани, для яких значення штрафу більше за значення штрафу рекорду **_record** . Так відбувається до тих пір, поки у колекції **_currentPlans** не залишаться лише ті плани, які включають у себе всі завдання та для яких значення штрафу буде рівним значенню штрафу рекорду.

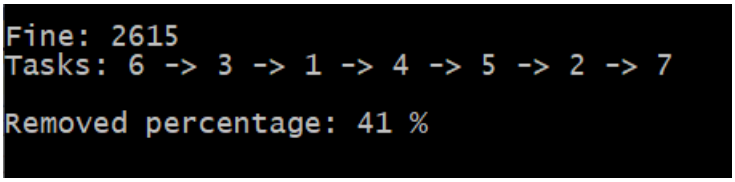
Приклад виконання

Завдання варіанту 11:



Штраф складає 176 одиниць. План виконання завдань: 3 -> 1 -> 2 -> 4. Відсоток розв’язків, які відсіклися процедурою тесту: 56 %.

Розподіл для рандомно згенерованих 7 завдань:



Штраф складає 2615 одиниць. План виконання завдань: 6 -> 3 -> 1 -> 4 -> 5 -> 2 -> 7. Відсоток розв’язків, які відсіклися процедурою тесту: 41 %.

Програмний код

1. Файл Task.cs.

```
using System;
using System.Text;

namespace BranchesAndBoundaries
{
    /// <summary>
    /// Завдання
    /// </summary>
    public class Task
    {
        /// <summary>
        /// Номер завдання
        /// </summary>
        public int Number { get; }

        /// <summary>
        /// Тривалість виконання
        /// </summary>
        public int Duration { get; }

        /// <summary>
        /// Директивний строк виконання
        /// </summary>
        public int Term { get; }

        /// <summary>
        /// Штраф за виконання раніше директивного строку
        /// </summary>
        public int InitialFineForEarlier { get; }

        /// <summary>
        /// Штраф за виконання пізніше директивного строку
        /// </summary>
        public int InitialFineForLater { get; }

        /// <summary>
        /// Момент початку виконання завдання
        /// </summary>
        public int StartMoment { get; set; }

        /// <summary>
        /// Поточний штраф
        /// </summary>
        public int CurrentFine
        {
            get
            {
                int deviation = Term - (Duration + StartMoment);
                if (deviation > 0)
                    return deviation * InitialFineForEarlier;
                return Math.Abs(deviation) * InitialFineForLater;
            }
        }

        public Task(int number,
            int duration,
            int term,
            int initialFineForEarlier,
            int initialFineForLater)
        {
            Number = number;
            Duration = duration;
            Term = term;
            InitialFineForEarlier = initialFineForEarlier;
```

```
            InitialFineForLater = initialFineForLater;
        }

        public Task Clone()
        {
            return this.MemberwiseClone() as Task;
        }

        public override string ToString()
        {
            StringBuilder stringBuilder = new StringBuilder();
            stringBuilder.AppendLine($"Number: {Number}");
            stringBuilder.AppendLine($"Duration: {Duration}");
            stringBuilder.AppendLine($"Term: {Term}");
            stringBuilder.AppendLine($"Fine for earlier: {InitialFineForEarlier}");
            stringBuilder.AppendLine($"Fine for later: {InitialFineForLater}");
            stringBuilder.AppendLine($"Start moment: {StartMoment}");
            stringBuilder.AppendLine($"Curent fine: {CurrentFine}");

            return stringBuilder.ToString();
        }
    }
}
```

2. Файл Plan.cs.

```
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;

namespace BranchesAndBoundaries
{
    /// <summary>
    /// План
    /// </summary>
    public class Plan
    {
        /// <summary>
        /// Завдання, які входять до плану
        /// </summary>
        public LinkedList<Task> Tasks { get; }

        /// <summary>
        /// Поточний штраф для плану
        /// </summary>
        public int CurrentFine => Tasks.Sum(t => t.CurrentFine);

        public Plan(Task appendedTask, LinkedList<Task> currentPlan = null)
        {
            if (currentPlan == null)
                currentPlan = new LinkedList<Task>();

            if(appendedTask != null)
                currentPlan.AddLast(appendedTask);

            LinkedListNode<Task> currentTask = currentPlan.First;
            int currentDuration = 0;
            while(currentTask.Next != null)
            {
                currentDuration += currentTask.Value.Duration;
                currentTask.Next.Value.StartMoment = currentDuration;

                currentTask = currentTask.Next;
            }

            Tasks = currentPlan;
        }

        public Plan Clone()
```

```
        {
            LinkedList<Task> cloneTaskList = new LinkedList<Task>();
            foreach(Task task in Tasks)
            {
                cloneTaskList.AddLast(task.Clone());
            }

            return new Plan(null, cloneTaskList);
        }

        public override string ToString()
        {
            return $"Fine: {CurrentFine}\n" +
                $"Tasks: {string.Join(" -> ", Tasks.Select(t => t.Number))}";
        }
    }
}
```

3. Файл Divider.cs.

```
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;

namespace BranchesAndBoundaries
{
    public class Divider
    {
        private IReadOnlyList<Task> _tasks;
        private List<Plan> _currentPlans;
        private Plan _record;

        public Divider(List<Task> tasks)
        {
            _tasks = tasks;
            _currentPlans = new List<Plan>();
        }

        public (Plan, float) GetBestPlan()
        {
            foreach(Task task in _tasks)
            {
                _currentPlans.Add(new Plan(task.Clone()));
            }

            Plan bestPlan = null;
            List<int> bestPlanTaskNumbers = null;
            int allPlansCount = _currentPlans.Count;
            int removedPlansCount = 0;
            int currentMinFine;
            List<Plan> recordCandidates;
            while (!_currentPlans.All(p => p.Tasks.Count == _tasks.Count && p.CurrentFine ==
_record.CurrentFine))
            {
                currentMinFine = _currentPlans.Min(p => p.CurrentFine);
                recordCandidates = _currentPlans.Where(plan => plan.Tasks.Count ==
_tasks.Count).ToList();
                _record = recordCandidates.FirstOrDefault(c => c.CurrentFine ==
recordCandidates.Min(rc => rc.CurrentFine));
                if (_record != null)
                {
                    removedPlansCount += _currentPlans.RemoveAll(p => p.CurrentFine >
_record.CurrentFine ||
                        (p.CurrentFine == _record.CurrentFine && p.Tasks.Count <
_tasks.Count));
                }
```

```
                bestPlan = _currentPlans.FirstOrDefault(
                    plan => plan.CurrentFine == currentMinFine && plan.Tasks.Count <
_tasks.Count);

                if (bestPlan == null)
                    continue;

                bestPlanTaskNumbers = bestPlan.Tasks.Select(t => t.Number).ToList();
                foreach (Task task in _tasks.Where(t => !bestPlanTaskNumbers.Any(n => n ==
t.Number)))
                {
                    _currentPlans.Add(new Plan(task.Clone(), bestPlan.Clone().Tasks));
                    allPlansCount++;
                }

                if(_currentPlans.Count != 1)
                    _currentPlans.Remove(bestPlan);
            }

            return (_currentPlans.First(), removedPlansCount * 100 / allPlansCount);
        }
    }
}
```

4. Файл Program.cs.

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

namespace BranchesAndBoundaries
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            var random = new Random();

            int randomTasksCount = random.Next(5, 8);

            List<Task> initialTasks = new List<Task>(randomTasksCount);
            for (int i = 1; i <= randomTasksCount; i++)
            {
                initialTasks.Add(
                    new Task(
                        number: i,
                        duration: random.Next(5, 25),
                        term: random.Next(15, 50),
                        initialFineForEarlier: random.Next(3, 20),
                        initialFineForLater: random.Next(3, 20)));
            }

            //List<Task> initialTasks = new List<Task>
            //{
            //    new Task(
            //        number: 1,
            //        duration: 12,
            //        term: 26,
            //        initialFineForEarlier: 9,
            //        initialFineForLater: 1),
            //    new Task(
            //        number: 2,
            //        duration: 9,
            //        term: 33,
            //        initialFineForEarlier: 8,
            //        initialFineForLater: 4),
            //    new Task(
```

```
            //        number: 3,
            //        duration: 8,
            //        term: 26,
            //        initialFineForEarlier: 5,
            //        initialFineForLater: 3),
            //    new Task(
            //        number: 4,
            //        duration: 8,
            //        term: 37,
            //        initialFineForEarlier: 4,
            //        initialFineForLater: 9)
            //};

            var divider = new Divider(initialTasks);
            (Plan bestPlan, float removedPercentage) = divider.GetBestPlan();

            Console.WriteLine();
            Console.WriteLine(bestPlan.ToString());
            Console.WriteLine();
            Console.WriteLine($"Removed percentage: {removedPercentage} %");
        }
    }
}
```