МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”

Факультет прикладної математики
Кафедра програмного забезпечення комп’ютерних систем

Лабораторна робота № 5

з дисципліни “Основи програмування”
тема “Формат даних XML”

Виконав
студент І курсу
групи КП-01
Пецеля Артем Володимирович
(*прізвище, ім’я, по батькові*)

Перевірив
“____” “_____” 20___ р.
викладач
Гадиняк Руслан Анатолійович
(*прізвище, ім’я, по батькові*)

варіант №12

Київ 2021

Мета роботи

Навчитись виконувати серіалізацію і десереалізацію даних у форматі XML. Виконати генерацію зображення з графіком на основі вхідних даних.

Постановка завдання

Задано файл з даними у форматі XML.

Створити консольну програму, що дозволяє користувачу виконувати операції над даними із файлів у форматі XML заданої структури: десеріалізувати набір даних із файлу, згенерувати і зберегти частину даних у новий XML файл, обчислити і вивести дані за варіантом, а також вивести задані дані на зображення з графіком та зберегти його у файл.

Користувач керує програмою за допомогою командного інтерфейсу у консолі. Консольні команди користувача:

- **load {filename}** - десеріалізувати XML із заданого файлу у об’єкти в процесі.
- **print {pageNum}** - вивести загальну кількість сторінок і дані сторінки (за номером) десеріалізованих даних з об’єктів у консоль. Розмір сторінки довільний.
- **save {filename}** - серіалізувати всі дані у заданий XML файл (з відступами).
- **export {N} {filename}** - серіалізувати частину даних у XML файл за варіантом (з відступами).
- *три команди на отримання даних за варіантом.* Отримані дані виводити в консоль.
- **image {filename}** - створити і зберегти зображення з графіком за варіантом у файл.

Текст коду програми

Program.cs

```
using System;

namespace lab5
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            ConsoleInterface.Run();
        }
    }
}
```

Course.cs

```
using System;
using System.Xml.Serialization;

namespace lab5
{
    public class Course
    {
        [XmlElement("reg_num")]
        public int registrationNumber;
        [XmlElement("subj")]
        public string subject;
        [XmlElement("crse")]
        public int courceId;
        [XmlElement("sect")]
        public string section;
        public string title;
        public float units;
        public string instructor;
        public string days;
        public Time time;
        public Place place;

        public override string ToString()
        {
            return $"[{registrationNumber}]  {courceId}) {title}. Subject: {subject}. - {section} - Units: {units}. Instructor:
{instructor}. At {days} - {time} - {place}";
        }
    }
}
```

Time.cs

```
using System;
using System.Xml.Serialization;

namespace lab5
{
    public class Time
    {
        [XmlElement("start_time")]
        public string startTime;
        [XmlElement("end_time")]
        public string endTime;

        public override string ToString()
        {
```

```
            return $"{startTime} till {endTime}";
        }
    }
}
```

Place.cs

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;

namespace lab5
{
    public class Place
    {
        public string building;
        public string room;

        public override string ToString()
        {
            return $"{building}, room {room}";
        }
    }
}
```

Root.cs

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Xml.Serialization;

namespace lab5
{
    [XmlType("root")]
    public class Root
    {
        [XmlElement("course")]
        public List<Course> courses;
    }
}
```

ConsoleInterfacecs

```
using System;
using static System.Console;
using System.Collections.Generic;

namespace lab5
{
    static class ConsoleInterface
    {
        public static void Run()
        {
            bool exit = false;
            DataProcessor dataProcessor = new DataProcessor();
            while (!exit)
            {
                string command = ReadCommand();
                Arguments args;
                try
                {
                    args = ParseCommand(command);
                }
                catch (Exception ex)
                {
                    WriteLine($"Parsing error: {ex.Message}");
                    continue;
```

```
            }


            try
            {
                switch (args.operation)
                {
                    case "load":
                        {
                            ProcessLoad(args, dataProcessor);
                            break;
                        }
                    case "print":
                        {
                            ProcessPrint(args, dataProcessor);
                            break;
                        }
                    case "save":
                        {
                            ProcessSave(args, dataProcessor);
                            break;
                        }
                    case "export":
                        {
                            ProcessExport(args, dataProcessor);
                            break;
                        }
                    case "subjects":
                        {
                            ProcessSubjects(args, dataProcessor);
                            break;
                        }
                    case "subject":
                        {
                            ProcessSubject(args, dataProcessor);
                            break;
                        }
                    case "instructors":
                        {
                            ProcessInstructors(args, dataProcessor);
                            break;
                        }
                    case "image":
                        {
                            ProcessImage(args, dataProcessor);
                            break;
                        }
                    case "help":
                        {
                            WriteLine(GetHelp());
                            break;
                        }
                    case "exit":
                    case "":
                        {
                            exit = true;
                            break;
                        }
                }
            }
            catch (Exception ex)
            {
                WriteLine($"Processing error: {ex.Message}");
            }
        }
    }
    private static void ProcessImage(Arguments args, DataProcessor dataProcessor)
    {
        if (args.otherArguments.Length != 1)
        {
            throw new ArgumentException($"Operation 'image' should have 1 argument. Got: {args.otherArguments.Length}");
```

```
            }
            if (dataProcessor.Courses.Count == 0)
            {
                throw new Exception("Buffer does not contains any cources to generate graphics");
            }

            string[] labels = dataProcessor.GetUniqueSubjects();
            float[] values = dataProcessor.GetSums();

            GraphicsGenerator.CreateGraphics(args.otherArguments[0], labels, values);
            WriteLine($"Image was saved to {args.otherArguments[0]}");
        }
        private static void ProcessSubjects(Arguments args, DataProcessor dataProcessor)
        {
            if (args.otherArguments.Length != 0)
            {
                throw new ArgumentException($"Operation 'subjects' should have 0 argument. Got: {args.otherArguments.Length}");
            }

            string[] subjects = dataProcessor.GetUniqueSubjects();
            if (subjects.Length != 0)
            {
                WriteLine("Subjects:");
                for (int i = 0; i < subjects.Length; i++)
                {
                    WriteLine(subjects[i]);
                }
            }
            else
            {
                WriteLine("There is no subjects");
            }
        }
        private static void ProcessSubject(Arguments args, DataProcessor dataProcessor)
        {
            if (args.otherArguments.Length != 1)
            {
                throw new ArgumentException($"Operation 'subject' should have 0 argument. Got: {args.otherArguments.Length}");
            }

            string[] titles = dataProcessor.GetTitlesBySubject(args.otherArguments[0]);

            if (titles.Length != 0)
            {
                WriteLine("Courses:");
                for (int i = 0; i < titles.Length; i++)
                {
                    WriteLine(titles[i]);
                }
            }
            else
            {
                WriteLine($"There is no courses for this subject: {args.otherArguments[0]}");
            }
        }
        private static void ProcessInstructors(Arguments args, DataProcessor dataProcessor)
        {
            if (args.otherArguments.Length != 0)
            {
                throw new ArgumentException($"Operation 'instructors' should have 0 argument. Got: {args.otherArguments.Length}"
);
            }

            string[] instructors = dataProcessor.GetUniqueInstructors();
            if (instructors.Length != 0)
            {
                WriteLine("Instructors:");
                for (int i = 0; i < instructors.Length; i++)
                {
                    WriteLine(instructors[i]);
                }
            }
```

```
            else
            {
                WriteLine("There is no instructors");
            }
        }
        private static void ProcessExport(Arguments args, DataProcessor dataProcessor)
        {
            if (args.otherArguments.Length != 2)
            {
                throw new ArgumentException($"Operation 'export' should have 2 argument. Got: {args.otherArguments.Length}");
            }
            if (!int.TryParse(args.otherArguments[0], out int n) && n > 0)
            {
                throw new ArgumentException($"Value should be positive integer. Got: {args.otherArguments[0]}");
            }

            List<Course> exportData = dataProcessor.GetExport(n);
            XmlDataIO.StoreCoursesToFile(args.otherArguments[1], exportData);

            WriteLine($"{exportData.Count} courses was exported to {args.otherArguments[1]}");
        }
        private static void ProcessSave(Arguments args, DataProcessor dataProcessor)
        {
            if (args.otherArguments.Length != 1)
            {
                throw new ArgumentException($"Operation 'save' should have 1 argument. Got: {args.otherArguments.Length}");
            }

            XmlDataIO.StoreCoursesToFile(args.otherArguments[0], dataProcessor.Courses);
        }
        private static void ProcessPrint(Arguments args, DataProcessor dataProcessor)
        {
            if (args.otherArguments.Length != 1)
            {
                throw new ArgumentException($"Operation 'print' should have 1 argument. Got: {args.otherArguments.Length}");
            }
            if (!int.TryParse(args.otherArguments[0], out int pageNumber))
            {
                throw new ArgumentException($"Value should be integer. Got: {args.otherArguments[0]}");
            }

            List<Course> page = dataProcessor.GetPage(pageNumber);

            WriteLine($"Page: {pageNumber}/{dataProcessor.GetPageCount()}\n");

            foreach(Course course in page)
            {
                WriteLine(course);
            }
        }
        private static void ProcessLoad(Arguments args, DataProcessor dataProcessor)
        {
            if (args.otherArguments.Length != 1)
            {
                throw new ArgumentException($"Operation 'load' should have 1 argument. Got: {args.otherArguments.Length}");
            }

            List<Course> courses = XmlDataIO.GetCoursesFromFile(args.otherArguments[0]);
            dataProcessor.Courses = courses;
            WriteLine($"{courses.Count} courses was loaded from {args.operation[0]}");
        }
        private static string GetHelp()
        {
            string[] commands = new string[] { "load {filePath}", "print {pageNum}", "save {filePath}",
                "export {N} {filePath}", "subjects", "subject {subj}", "instructors" , "image {filePath}" };
            string[] descriptions = new string[] { "deserialize data from XML file", "print page of data", "serialize all data X
ML to XML file",
                "serialize part of data to XML file", "list of all unique subjects", "list of cources of subject", "list of all
unique instructors" , "create graphics" };
            string helpString = "";
            for (int i = 0; i < commands.Length; i++)
            {
```

```
                helpString += commands[i] + " - " + descriptions[i] + (i == commands.Length - 1 ? "" : "\n");
            }
            return helpString;
        }
        private static Arguments ParseCommand(string command)
        {
            string[] subcommads = command.Trim().Split(" ");
            ValidateCommandLength(subcommads.Length);
            string operation = subcommads[0];
            ValidateOperations(operation);
            string[] otherArguments = new string[subcommads.Length - 1];
            for (int i = 0; i < otherArguments.Length; i++)
            {
                otherArguments[i] = subcommads[i + 1];
            }

            return new Arguments()
            {
                operation = operation,
                otherArguments = otherArguments
            };
        }
        private static void ValidateOperations(string operation)
        {
            string[] validOperations = new string[] { "load", "print", "save", "export", "subjects", "subject", "instructors", "
image", "help", "exit", "" };
            for (int i = 0; i < validOperations.Length; i++)
            {
                if (validOperations[i] == operation)
                {
                    return;
                }
            }
            throw new ArgumentException($"Unknown command");
        }
        private static void ValidateCommandLength(int length)
        {
            if (length < 1)
            {
                throw new ArgumentException($"Command length should be more than 0. Got: {length}");
            }
        }
        struct Arguments
        {
            public string operation;
            public string[] otherArguments;
        }
        private static string ReadCommand()
        {
            Write("> ");
            return ReadLine();
        }
    }
}
```

DataProcessor.cs

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;

namespace lab5
{
    class DataProcessor
    {
        private List<Course> courses;

        private HashSet<string> instructors;
        private Dictionary<string, List<Course>> subjectDictionary;
```

```
        private HashSet<string> subjects;
        private Dictionary<float, List<Course>> unitDictionary;
        private SortedSet<float> units;
        private Dictionary<string, float> sumDictionary;

        private const int pageSize = 10;

        public DataProcessor()
        {
            this.courses = new List<Course>();
            Initialize();
        }
        private void Initialize()
        {
            this.instructors = new HashSet<string>();
            this.subjectDictionary = new Dictionary<string, List<Course>>();
            this.subjects = new HashSet<string>();
            this.unitDictionary = new Dictionary<float, List<Course>>();
            this.units = new SortedSet<float>();
            this.sumDictionary = new Dictionary<string, float>();
        }
        public List<Course> Courses
        {
            get
            {
                return courses;
            }
            set
            {
                this.courses = value;
                Initialize();

                foreach (Course course in this.courses)
                {
                    if (course.instructor != null)
                    {
                        instructors.Add(course.instructor);
                    }
                    if (course.subject != null)
                    {
                        subjects.Add(course.subject);
                        if (subjectDictionary.TryGetValue(course.subject, out List<Course> list1))
                        {
                            list1.Add(course);
                            subjectDictionary.Remove(course.subject);
                            subjectDictionary.Add(course.subject, list1);
                        }
                        else
                        {
                            List<Course> newList1 = new List<Course>();
                            newList1.Add(course);
                            subjectDictionary.Add(course.subject, newList1);
                        }
                    }
                    units.Add(course.units);
                    if (unitDictionary.TryGetValue(course.units, out List<Course> list2))
                    {
                        list2.Add(course);
                        unitDictionary.Remove(course.units);
                        unitDictionary.Add(course.units, list2);
                    }
                    else
                    {
                        List<Course> newList2 = new List<Course>();
                        newList2.Add(course);
                        unitDictionary.Add(course.units, newList2);
                    }

                    float sum = sumDictionary.GetValueOrDefault(course.subject);
                    sum += course.units;
                    sumDictionary.Remove(course.subject);
                    sumDictionary.Add(course.subject, sum);
```

```
            }
        }
    }
    public List<Course> GetPage(int n)
    {
        int pageCount = GetPageCount();
        if (n < 1 || n > pageCount)
        {
            throw new Exception("Wrong page");
        }
        List<Course> page = new List<Course>();

        for (int i = (n-1) * pageSize; i < Math.Min(n * pageSize, courses.Count); i++)
        {
            page.Add(courses[i]);
        }
        return page;
    }
    public int GetPageCount()
    {
        return (int)Math.Ceiling(courses.Count / (double)pageSize);
    }
    public List<Course> GetExport(int n)
    {
        List<Course> export = new List<Course>();

        float[] unitsArray = new float[units.Count];
        units.CopyTo(unitsArray);
        for (int i = unitsArray.Length - 1; i >= 0; i--)
        {
            unitDictionary.TryGetValue(unitsArray[i], out List<Course> listPerUnit);
            for (int j = 0; j < listPerUnit.Count; j++)
            {
                if (export.Count >= n)
                {
                    return export;
                }
                export.Add(listPerUnit[j]);
            }
        }
        return export;
    }
    public string[] GetUniqueSubjects()
    {
        string[] subjects = new string[this.subjects.Count];
        this.subjects.CopyTo(subjects);
        return subjects;
    }
    public string[] GetTitlesBySubject(string subject)
    {
        if (subjectDictionary.TryGetValue(subject, out List<Course> list))
        {
            string[] titles = new string[list.Count];
            for (int i = 0; i < list.Count; i++)
            {
                titles[i] = list[i].title;
            }
            return titles;
        }
        return new string[0];
    }
    public string[] GetUniqueInstructors()
    {
        string[] instructors = new string[this.instructors.Count];
        this.instructors.CopyTo(instructors);
        return instructors;
    }
    public float[] GetSums()
    {
        string[] subjects = GetUniqueSubjects();
        float[] sums = new float[subjects.Length];
        for (int i = 0; i < subjects.Length; i++)
```

```
            {
                sums[i] = sumDictionary.GetValueOrDefault<string, float>(subjects[i]);
            }
            return sums;
        }
    }
}
```

GraphicsGenerator.cs

```
using System;
using ScottPlot;

namespace lab5
{
    static class GraphicsGenerator
    {
        public static void CreateGraphics(string filePath, string[] labels, float[] values)
        {
            Plot plot = new Plot(600, 400);

            double[] ys = ConvertToDoubleArray(values);
            double[] xs = new double[labels.Length];
            FillNatural(xs);

            plot.PlotBar(xs, ys, horizontal: true);

            plot.YTicks(xs, labels);

            plot.SaveFig(filePath);
        }
        private static void FillNatural(double[] array)
        {
            for (int i = 0; i < array.Length; i++)
            {
                array[i] = i + 1;
            }
        }
        private static double[] ConvertToDoubleArray(float[] array)
        {
            double[] doubleArray = new double[array.Length];
            for (int i = 0; i < array.Length; i++)
            {
                doubleArray[i] = array[i];
            }
            return doubleArray;
        }
    }
}
```

XmlDataIO.cs

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Xml.Serialization;
using System.IO;

namespace lab5
{
    static class XmlDataIO
    {
        public static void StoreCoursesToFile(string filePath, List<Course> courses)
        {
            XmlSerializer ser = new XmlSerializer(typeof(Root));
            StreamWriter writer = new StreamWriter(filePath);
            Root root = new Root();
            root.courses = courses;
            ser.Serialize(writer, root);
            writer.Close();
        }
        public static List<Course> GetCoursesFromFile(string filePath)
```

```
        {
            ValidateFile(filePath);

            XmlSerializer ser = new XmlSerializer(typeof(Root));
            StreamReader reader = new StreamReader(filePath);
            Root root;
            try
            {
                root = (Root)ser.Deserialize(reader);
            }
            catch
            {
                throw new Exception("Cannot deserialize file");
            }
            reader.Close();

            return root.courses;
        }
        private static void ValidateFile(string filePath)
        {
            if (!File.Exists(filePath))
            {
                throw new ArgumentException("File does not exist");
            }
        }
    }
}
```

Приклади результатів

Приклад 1. Команди load та print

```
> load ./reed.xml
703 courses was loaded from ./reed.xml
> print 1
Page: 1/71

[10577]  211) Introduction to Anthropology. Subject: ANTH. - F01 - Units: 1. Instructor: Brightman. At M-
W - 03:10PM till 04:30 - ELIOT, room 414
[20573]  344) Sex and Gender. Subject: ANTH. - S01 - Units: 1. Instructor: Makley. At T-Th - 10:30AM till
11:50 - VOLLUM, room 120
[10624]  431) Field Biology of Amphibians. Subject: BIOL. - F01 - Units: 0,5. Instructor: Kaplan. At T -
06:10PM till 08:00 - PHYSIC, room 240A
[10626]  431) Bacterial Pathogenesis. Subject: BIOL. - F03 - Units: 0,5. Instructor: . At  -  till  - ,
room Mellies         RESCHEDULED TO OTHER SEMESTER
[20626]  431) Seminar in Biology. Subject: BIOL. - S04 - Units: 0,5. Instructor: Yezerinac. At Th -
06:10PM till 08:00 - BIOL, room 200A
[10543]  101) MolecularStructure and Properties. Subject: CHEM. - F - Units: 1. Instructor: Geselbracht.
At M-W-F - 11:00AM till 11:50 - VOLLUM, room VLH
[10544]  101) MolecularStructure and Properties. Subject: CHEM. - F01 - Units: 0. Instructor:
Geselbracht. At M - 01:10PM till 02:00 - CHEM, room 301
[10545]  101) MolecularStructure and Properties. Subject: CHEM. - F02 - Units: 0. Instructor:
Geselbracht. At M - 02:10PM till 03:00 - CHEM, room 301
[10546]  101) MolecularStructure and Properties. Subject: CHEM. - F03 - Units: 0. Instructor:
Geselbracht. At M - 03:10PM till 04:00 - CHEM, room 301
[10789]  101) MolecularStructure and Properties. Subject: CHEM. - F08 - Units: 0. Instructor:
Geselbracht. At T - 11:00AM till 11:50 - PHYSIC, room 123
```

Приклад 2. Команда print з неправильним аргументом

```
> print 72
Processing error: Wrong page
```

Приклад 3. Команда export

```
> export 5 ./out.xml
5 courses was exported to ./out.xml
```

out.xml

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<root xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
  <course>
    <reg_num>10577</reg_num>
    <subj>ANTH</subj>
    <crse>211</crse>
    <sect>F01</sect>
    <title>Introduction to Anthropology</title>
    <units>1</units>
    <instructor>Brightman</instructor>
    <days>M-W</days>
    <time>
      <start_time>03:10PM</start_time>
      <end_time>04:30</end_time>
    </time>
    <place>
      <building>ELIOT</building>
      <room>414</room>
    </place>
  </course>
  <course>
    <reg_num>20573</reg_num>
    <subj>ANTH</subj>
    <crse>344</crse>
    <sect>S01</sect>
    <title>Sex and Gender</title>
```

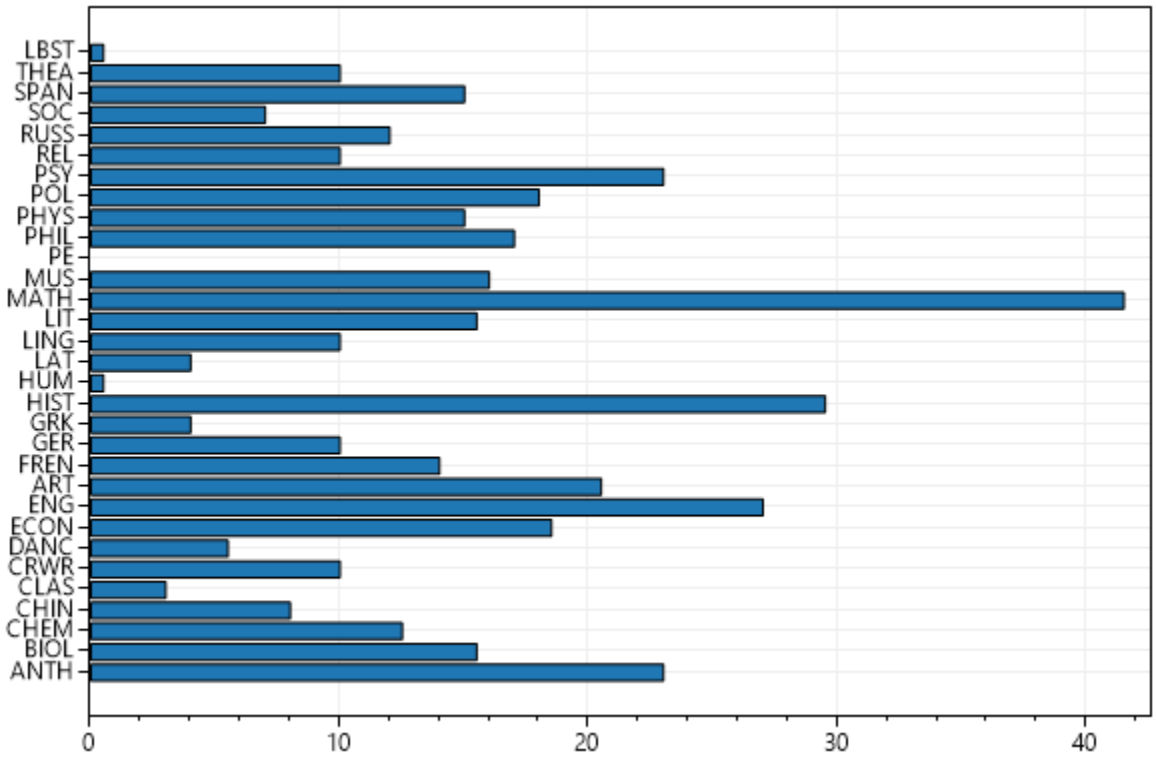
```
    <units>1</units>
    <instructor>Makley</instructor>
    <days>T-Th</days>
    <time>
      <start_time>10:30AM</start_time>
      <end_time>11:50</end_time>
    </time>
    <place>
      <building>VOLLUM</building>
      <room>120</room>
    </place>
  </course>
  <course>
    <reg_num>10543</reg_num>
    <subj>CHEM</subj>
    <crse>101</crse>
    <sect>F</sect>
    <title>MolecularStructure and Properties</title>
    <units>1</units>
    <instructor>Geselbracht</instructor>
    <days>M-W-F</days>
    <time>
      <start_time>11:00AM</start_time>
      <end_time>11:50</end_time>
    </time>
    <place>
      <building>VOLLUM</building>
      <room>VLH</room>
    </place>
  </course>
  <course>
    <reg_num>20575</reg_num>
    <subj>ANTH</subj>
    <crse>344</crse>
    <sect>S02</sect>
    <title>Sex and Gender</title>
    <units>1</units>
    <instructor>Makley</instructor>
    <days>T-Th</days>
    <time>
      <start_time>01:10PM</start_time>
      <end_time>02:30</end_time>
    </time>
    <place>
      <building>VOLLUM</building>
      <room>110</room>
    </place>
  </course>
  <course>
    <reg_num>20483</reg_num>
    <subj>ANTH</subj>
    <crse>348</crse>
    <sect>S</sect>
    <title>Languages the Americas:Mayan</title>
    <units>1</units>
    <instructor>Haviland</instructor>
    <days>T</days>
    <time>
      <start_time>06:10PM</start_time>
      <end_time>09:00</end_time>
    </time>
    <place>
      <building>ELIOT</building>
      <room>419</room>
    </place>
  </course>
</root>
```

Приклад 4. Команда subject

```
> subject BIOL
Courses:
Field Biology of Amphibians
Bacterial Pathogenesis
Seminar in Biology
Intro Biology Lect and Lab
Intro Biology Lect and Lab
Intro Biology Lect and Lab
Intro Biology Lect and Lab
Intro Biology Lect and Lab
Intro Biology Lect and Lab
Intro Biology Lect and Lab
Intro Biology Lect and Lab
Intro Biology Lect and Lab
Intro Biology Lect and Lab
Intro Biology Lect and Lab
Intro Biology Lect and Lab
Intro Biology Lect and Lab
Intro Biology Lect and Lab
Intro Biology Lect and Lab
Intro Biology Lect and Lab
Intro Biology Lect and Lab
Intro Biology Lect and Lab
Vascular Plant Diversity
Vascular Plant Diversity
Vascular Plant Diversity
Animal Behav.  and  Behav.Ecology
Animal Behav.  and  Behav.Ecology
Animal Behav.  and  Behav.Ecology
Developmental Biology
Developmental Biology
Developmental Biology
Genetics and Gene Regulation
Genetics and Gene Regulation
Genetics and Gene Regulation
Microbiology
Microbiology
Microbiology
Microbiology
Microbiology
Microbiology
Genetics and MolecularBiology
Genetics and MolecularBiology
Genetics and MolecularBiology
Genetics and MolecularBiology
Population Bio:Ecolgy and Evolutn
Population Bio:Ecolgy and Evolutn
Population Bio:Ecolgy and Evolutn
Scientific Computation
Cellular Biology
Cellular Biology
Cellular Biology
Animal Physiology
Animal Physiology
Animal Physiology
Evolutionary Biology
Evolutionary Biology
Evolutionary Biology
```

Приклад 5. Генерація графіку

```
> image ./exp.png
Image was saved to ./exp.png
```


LBST
THEA
SPAN
SOC
RUSS
REL
PSY
POL
PHYS
PHIL
PE
MUS
MATH
LIT
LING
LAT
HUM
HIST
GRK
GER
FREN
ART
ENG
ECON
DANC
CRWR
CLAS
CHIN
CHEM
BIOL
ANTH
0
10
20
30
40

Висновки

Виконавши дану лабораторну роботу було реалізовано модуль серіалізації та десеріалізації даних у форматі XML. Для обробки отриманих даних були застосовані різні структури даних із стандартної бібліотеки C#, такі як Dictionary, HashSet, SortedSet.