Урок 4

Объектно-ориентированное программирование. Часть 4

Списки. Обобщенные списки. Лямбда-выражения. Linq.

Generic. Collection. Необобщенные коллекции

Необобщенные коллекции вошли в состав среды .NET Framework еще в версии 1.0. Они определяются в пространстве имен **System.Collections**. Необобщенные коллекции представляют собой структуры данных общего назначения, оперирующие ссылками на объекты. Они позволяют манипулировать объектом любого типа, хотя и не типизированным способом. В этом их преимущество и недостаток одновременно. Благодаря тому, что необобщенные коллекции оперируют ссылками на объекты, в них можно хранить разнотипные данные. Это удобно в тех случаях, когда требуется манипулировать совокупностью разнотипных объектов, или же когда типы хранящихся в коллекции объектов заранее не известны. Но если коллекция предназначается для хранения объекта конкретного типа, необобщенные коллекции не обеспечивают типовую безопасность, которую можно обнаружить в обобщенных коллекциях.

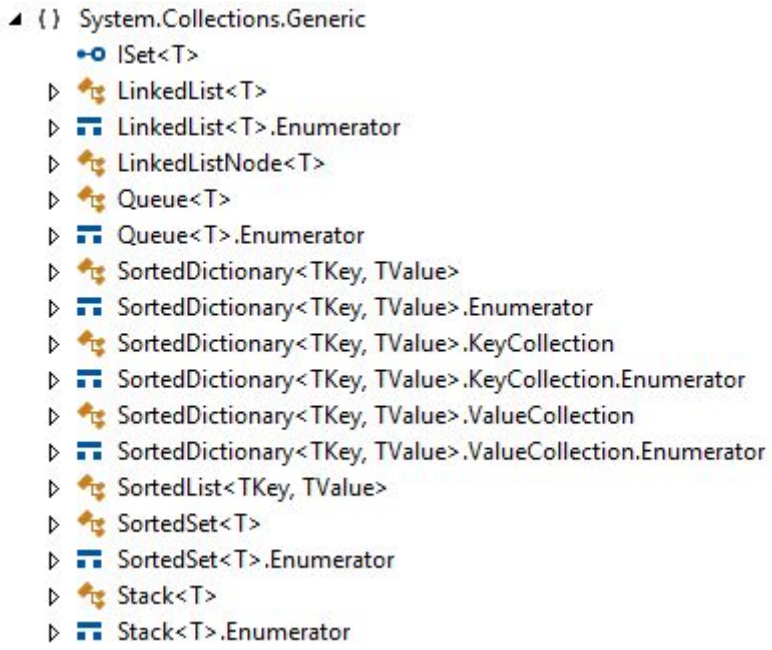
Пример:

```
using System;
using System.Collections;
class Program
{
    static void Main(string[] args)
    {
        ArrayList list = new ArrayList();
        list.Add(1);
        list.Add(3.14);
        list.Add("Строка");
        list.Add(new int[] { 1,2,3});
        foreach (object element in list)
            Console.WriteLine(element);
        Console.ReadKey();
    }
}
```

Вывод программы:

Обобщенные коллекции

Обобщенные объекты .Net Framework легко отличить по угловым скобкам после их названия:



В таблице описаны основные обобщенные интерфейсы, с которыми придется иметь дело при работе с обобщенными классами коллекций:

Назначение	**Интерфейс System. Collections.Generic**
Определяет общие характеристики (размер, перечисление и безопасность к потокам и др.) для всех типов обобщенных коллекций	ICollection<T>
Определяет способ сравнения объектов	IComparer<T>
Позволяет объекту обобщенной коллекции представлять свое содержимое посредством пар «ключ/значение»	IDictionary<TKey, TValue>
Возвращает интерфейс **IEnumerator<T>** для заданного объекта	IEnumerable<T>
Позволяет выполнять итерацию в стиле **foreach** по элементам коллекции	IEnumerator<T>
Обеспечивает поведение добавления, удаления и индексации элементов в последовательном списке объектов	IList<T>
Предоставляет базовый интерфейс для абстракции множеств	ISet<T>

Список обобщенных коллекций

Назначение	Поддерживаемые основные интерфейсы	Обобщенный класс
Представляет обобщенную коллекцию ключей и значений	ICollection<T>, IDictionary<TKey, TValue>, IEnumerable<T>	Dictionary<TKey, TValue>
Представляет двусвязный список	ICollection<T>, IEnumerable<T>	LinkedList<T>
Последовательный список элементов с динамически изменяемым размером	ICollection<T>, IEnumerable<T>, IList<T>	List<T>
Обобщенная реализация очереди – списка, работающего по алгоритму «первый вошел – первый вышел» (FIFO)	ICollection, IEnumerable<T>	Queue<T>
Обобщенная реализация словаря – отсортированного множества пар «ключ/ значение»	ICollection<T>, IDictionary<TKey, TValue>, IEnumerable<T>	SortedDictionary<TKey, TValue>
Представляет коллекцию объектов, поддерживаемых в сортированном порядке без дублирования	ICollection<T>, IEnumerable<T>, ISet<T>	SortedSet<T>
Обобщенная реализация стека – списка, работающего по алгоритму «последний вошел – первый вышел» (LIFO)	ICollection, IEnumerable<T>	Stack<T>

Класс List<T>

В классе **List<T>** реализуется обобщенный динамический массив. Он ничем принципиально не отличается от класса необобщенной коллекции **ArrayList**.

В этом классе реализуются интерфейсы **ICollection**, **ICollection<T>**, **IList**, **IList<T>**, **IEnumerable** и **IEnumerable<T>**. У класса **List<T>** имеются следующие конструкторы:

```
public List()

public List(IEnumerable<T> collection)

public List(int capacity)
```

Первый конструктор создает пустую коллекцию класса **List** с выбираемой по умолчанию первоначальной емкостью. Второй – создает коллекцию типа **List** с количеством инициализируемых элементов, которое определяется параметром **collection** и равно первоначальной емкости массива. Третий конструктор создает коллекцию типа **List**, имеющую первоначальную емкость, задаваемую параметром **capacity**. В данном случае емкость обозначает размер базового массива, используемого

для хранения элементов коллекции. Емкость коллекции, создаваемой в виде динамического массива, может увеличиваться автоматически по мере добавления в нее элементов.

Среди методов коллекции **List<T>** можно выделить следующие:

- **void Add(T item)** – добавление нового элемента в список;
- **void AddRange(ICollection collection)** – добавление в список коллекции или массива;
- **int BinarySearch(T item)** – бинарный поиск элемента в списке. Если элемент найден, метод возвращает его индекс в коллекции. При этом список должен быть отсортирован;
- **int IndexOf(T item)** – возвращает индекс первого вхождения элемента в списке;
- **void Insert(int index, T item)** – вставляет элемент **item** в списке на позицию **index**;
- **bool Remove(T item)** – удаляет элемент **item** из списка. Если удаление прошло успешно, возвращает **true**;
- **void RemoveAt(int index)** – удаляет элемент по указанному индексу **index**;
- **void Sort()** – сортировка списка.

Структура KeyValuePair<TKey, TValue>

В пространстве имен System.Collections.Generic определена структура **KeyValuePair<TKey, TValue>**. Она служит для хранения ключа и его значения, применяется в классах обобщенных коллекций, в которых хранятся пары «ключ-значение» (например, как в классе **Dictionary<TKey, TValue>**). В этой структуре определяются два следующих свойства:

```
public TKey Key { get; };
public TValue Value { get; };
```

В этих свойствах хранятся ключ и значение соответствующего элемента коллекции.

Для построения объекта типа **KeyValuePair<TKey, TValue>** применяется конструктор:

```
public KeyValuePair(TKey key, TValue value)
```

* **key** обозначает ключ, а **value** – значение.

Класс Dictionary<TKey, TValue>

Класс **Dictionary<TKey, TValue>** позволяет хранить пары «ключ-значение» в коллекции, как в словаре. Значения доступны в словаре по соответствующим ключам. В этом отношении **Dictionary<TKey, TValue>** аналогичен необобщенному классу **Hashtable**.

В классе **Dictionary<TKey, TValue>** реализуются интерфейсы **IDictionary**, **IDictionary<TKey, TValue>**, **ICollection**, **ICollection<KeyValuePair<TKey, TValue>>**, **IEnumerable**, **IEnumerable<KeyValuePair<TKey, TValue>>**, **ISerializable** и **IDeserializationCallback**. В двух последних интерфейсах поддерживается сериализация списка. Словари имеют динамический характер, расширяясь по мере необходимости.

В классе **Dictionary<TKey, TValue>** предоставляются многочисленные конструкторы. Наиболее часто используемые:

```
public Dictionary()
public Dictionary(IDictionary<TKey, TValue> dictionary)
public Dictionary(int capacity)
```

В первом конструкторе создается пустой словарь с выбираемой по умолчанию первоначальной емкостью. Во втором – создается словарь с указанным количеством элементов **dictionary**. А в третьем конструкторе с помощью параметра **capacity** указывается емкость коллекции, создаваемой в виде словаря. Если размер словаря заранее известен, то, указав емкость создаваемой коллекции, можно исключить изменение размера словаря во время выполнения (как правило, это требует дополнительных затрат вычислительных ресурсов).

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

namespace MyGame
{
    public class Class1
    {
        private void ExampleDictionary()
        {
            #region ExampleDictionary

            var dict = new Dictionary<char, string>();

            dict.Add('r', "Roman");
            dict.Add('i', "Iva");
            dict.Add('v', "Viktor");

            // Перебор коллекции
            foreach (KeyValuePair<char, string> user in dict)
            {
                Console.WriteLine($"{user.Key} - {user.Value}");
            }

            dict['i'] = "Roman"; // Изменяем элемент с ключом i
            dict['t'] = "Roman"; // Добавляем элемент с ключом t


            foreach (KeyValuePair<char, string> user in dict)
            {
                Console.WriteLine($"{user.Key} - {user.Value}");
            }

            dict.Remove('i'); // Удаляем элемент по ключу

            if (dict.ContainsKey('i')) // Проверяем, имеется ли элемент с ключом
i
            {
                var tempUser = dict['i']; // Получаем элемент по ключу i
            }

            // Перебор ключей
            foreach (var user in dict.Keys)
            {
                Console.WriteLine($"{user}");
            }
```

```
            // Перебор по значениям
            foreach (var p in dict.Values)
            {
                Console.WriteLine(p);
            }


            #endregion

            #region C# 5

            Dictionary<int, string> dictionary = new Dictionary<int, string>
            {
                {1,"Roman" },
                {2,"Ivan" },
                {3,"Igor" },
                {4,"Vova" }
            };

            #endregion

            #region C# 6

            Dictionary<int, string> dictionary2 = new Dictionary<int, string>
            {
                [1] = "Roman",
                [2] = "Roman",
                [3] = "Roman",
                [4] = "Roman"
            };

            #endregion
        }

    }
}
```

Класс Queue<T>

Класс **Queue** представляет обычную очередь, работающую по алгоритму FIFO («первый вошел – первый вышел»). У класса **Queue** есть 3 основных метода:

- **Dequeue** – извлекает и возвращает первый элемент очереди;
- **Enqueue** – добавляет элемент в конец очереди;
- **Peek** – просто возвращает первый элемент из начала очереди без его удаления.

```
private void ExampleQueue()
{
    var arr = new Queue<int>(4);

    arr.Enqueue(1); // 1
    arr.Enqueue(1); // 1 1
    arr.Enqueue(5); // 1 1 5
    arr.Enqueue(2); // 1 1 5 2

    Console.WriteLine(arr.Peek()); // 1 1 5 2
    Console.WriteLine(arr.Dequeue());// 1 5 2
}
```

Класс Stack<T>

Класс **Stack** представляет коллекцию, которая использует алгоритм LIFO («последний вошел – первый вышел»). При такой организации каждый следующий добавленный элемент помещается поверх предыдущего. Извлечение из коллекции происходит в обратном порядке: извлекается тот элемент, который находится выше всех в стеке. В классе **Stack** можно выделить три основных метода, которые позволяют управлять элементами:

- **Push** – добавляет элемент в стек на первое место;
- **Pop** – извлекает и возвращает первый элемент из стека;
- **Peek** – просто возвращает первый элемент из стека без его удаления.

```
private void ExampleStack()
{
    var arr = new Stack<int>(4);

    arr.Push(1);
    arr.Push(1);
    arr.Push(5);
    arr.Push(2);

    Console.WriteLine(arr.Peek());
    Console.WriteLine(arr.Pop());
}
```

Инициализация коллекции

Пример, как инициализировать коллекцию в момент объявления:

```
List<int> list = new List<int>() { 1, 2, 3, 4, 5 };
Dictionary<int, string> dict = new Dictionary<int, string>() { { 1, "One" }, {2,
"Two" } };
```

Начиная с C# 6.0 (Visual Studio 2015) доступен еще один способ инициализации словарей:

```
Dictionary<int, string> dict = new Dictionary<int, string>
{
    [1] = "One",
    [2] = "Two"
};
```

Перебор элементов коллекции без привязки к ее реализации

Вместо того, чтобы писать циклы с обращением к элементам коллекции по индексу или ключу, воспользуйтесь конструкцией **foreach**. Она позволяет обратиться к объектам любого класса, реализующим интерфейс **IEnumerable** (или **IEnumerable<T>**):

```
using System;
using System.Collections.Generic;
namespace ConsoleApplication1
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            int[] array = { 1, 2, 3, 4, 5 };
            foreach (int n in array)
            {
                Console.Write("{0} ", n);
            }
            Console.WriteLine();
            List<DateTime> times = new List<DateTime>(new[] { DateTime.Now,
DateTime.UtcNow });
            foreach (DateTime time in times)
            {
                Console.WriteLine(time);
            }
            Dictionary<int, string> numbers = new Dictionary<int, string>();
            numbers[1] = " One"; numbers[2] = " Two"; numbers[3] = " Three";
            foreach (KeyValuePair<int, string> pair in numbers)
            {
                Console.WriteLine($"{pair}");
            }
        }
    }
}
```

Изменение порядка элементов массива на обратный

Первый способ – самостоятельно

```
private static void Reverse<T>(T[] array)
{
    int left = 0, right = array.Length - 1;
    while (left < right)
    {
        T temp = array[left];
        array[left] = array[right];
        array[right] = temp;
        left++;
        right--;
    }
}
```

Второй способ – с использованием метода расширения Reverse

```
int[] array = new int[5] { 1, 2, 3, 4, 5 };
IEnumerable<int> reversed = array.Reverse<int>();
```

Этот код будет корректно работать на любой коллекции с интерфейсом **IEnumerable<T>**. Но возвращает он не массив, а объект-итератор (привет делегатам!), который будет перебирать элементы оригинальной коллекции в обратном порядке.

Какой способ предпочесть – решаете вы, исходя из своих потребностей.

Извлечение уникальных элементов из коллекции

Задача. Есть коллекция объектов, на основе которой вы хотите сгенерировать новую, содержащую по одной копии каждого объекта.

Решение. Чтобы сгенерировать коллекцию без повторяющихся элементов, вы должны отслеживать все элементы оригинальной коллекции и добавлять в новую лишь те, которые раньше не встречались. Рассмотрим пример:

```
private static ICollection<T> GetUniques<T>(ICollection<T> list)
{
    // Для отслеживания элементов используйте словарь
    Dictionary<T, bool> found = new Dictionary<T, bool> ();
    List<T> uniques = new List<T>();
    // Этот алгоритм сохраняет оригинальный порядок элементов
    foreach (T val in list)
    {
        if (!found.ContainsKey(val))
        {
            found[val] = true;
            uniques.Add(val);
        }
    }
    return uniques;
}
```

Лямбда-выражения

C# поддерживает способность обрабатывать события «встроенным образом». С использованием анонимных методов назначается блок операторов кода непосредственно событию – вместо построения отдельного метода, подлежащего вызову делегатом. Лямбда-выражения – это всего лишь лаконичный способ записи анонимных методов, который в конечном итоге упрощает работу с типами делегатов .NET.

Чтобы подготовить фундамент для изучения лямбда-выражений, создадим новое консольное приложение **SimpleLambdaExpressions**. Затем займемся методом **FindAll ()** обобщенного типа **List<T>**. Этот метод может быть вызван, когда нужно извлечь подмножество элементов из коллекции, и он имеет следующий прототип:

```
// Метод класса System.Collections.Generic.List<T>.

public List<T> FindAll(Predicate<T> match)
```

Метод возвращает объект **List<T>**, представляющий подмножество данных. Единственный параметр **FindAll ()** – обобщенный делегат типа **System.Predicate<T>**. Он может указывать на любой метод, возвращающий **bool** и принимающий единственный параметр:

```
// Этот делегат используется методом FindAll() для извлечения подмножества
public delegate bool Predicate<T>(T obj);
```

Когда вызывается **FindAll ()**, каждый элемент в **List<T>** передается методу, указанному объектом **Predicate<T>**. Реализация этого метода будет производить вычисления, чтобы проверить соответствие элемента данных указанному критерию и возвратить в результате **true** или **false**. Если метод вернет **true**, текущий элемент будет добавлен в **List<T>**, представляющий искомое подмножество. Прежде чем посмотреть, как лямбда-выражения упрощают работу с **FindAll ()**, решим эту задачу в длинной нотации, используя объекты делегатов непосредственно.

Добавим в класс **Program** метод **TraditionalDelegateSyntax()**, который взаимодействует с **System.Predicate<T>** для обнаружения четных чисел в списке целочисленных значений **List<T>**:

```
using System;
using System.Collections.Generic;
// Эндрю Троелсен. Язык программирования C#5.0
// Понятие лямбда-выражения
namespace Лямбда_выражения
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            Console.WriteLine("***** Fun with Lambdas *****\n");
            TraditionalDelegateSyntax();
            Console.ReadLine();
        }
        static void TraditionalDelegateSyntax()
        {
 // Создать список целых чисел
            List<int> list = new List<int>();
            list.AddRange(new int[] { 20, 1, 4, 8, 9, 4, 4 });
// Вызов FindAll() с использованием традиционного синтаксиса делегатов
//  Создаем обобщенный экземпляр обобщенного делегата, используя встроенный делегат Predicate
            Predicate<int> predicate = new Predicate<int>(IsEvenNumber);
  // Создаем список целых чисел, используя метод FindAll, в который передаем делегат
            List<int> evenNumbers = list.FindAll(predicate);
            Console.WriteLine("Здесь только четные числа:");
            foreach (int evenNumber in evenNumbers)
            {
                Console.Write("{0}\t", evenNumber);
            }
            Console.WriteLine();
        }
// Цель для делегата Predicate<>.
        static bool IsEvenNumber(int i)
        {
 // Это четное число?
            return (i % 2) == 0;
        }
    }
}
```

Хотя этот традиционный подход к работе с делегатами функционирует ожидаемым образом, метод **IsEvenNumber ()** вызывается только при очень ограниченных условиях. В частности, когда вызывается **FindAll ()**, который взваливает на нас все заботы по определению метода. Если бы вместо этого использовался анонимный метод, код стал бы существенно яснее.

Рассмотрим новый метод в классе **Program**:

```
using System;
using System.Collections.Generic;
// Эндрю Троелсен. Язык программирования C#5.0
// Понятие лямбда-выражения
namespace Лямбда_выражения_00200
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
        }
        static void AnonymousMethodSyntax()
        {
// Создать список целых чисел
            List<int> list = new List<int>();
            list.AddRange(new int[] { 20, 1, 4, 8, 9, 44 });
// Теперь использовать анонимный метод
            List<int> evenNumbers = list.FindAll(delegate (int i)
                                        { return (i % 2) == 0; });
// Вывод четных чисел
            Console.WriteLine("Here are your even numbers:");
            foreach (int evenNumber in evenNumbers)
            {
                Console.Write("{0}\t", evenNumber);
            }
            Console.WriteLine();
        }
    }
}
```

Для дальнейшего упрощения вызова **FindAll ()** можно применять лямбда-выражения. Используя этот новый синтаксис, вообще не приходится иметь дело с лежащим в основе объектом делегата. Рассмотрим новый метод в классе **Program**:

```
static void LambdaExpressionSyntax()
{
// Создать список целых чисел
    List<int> list = new List<int>();
    list.AddRange(new int[] { 20, 1, 4, 8, 9, 44 });
// Теперь использовать лямбда-выражение C#
    List<int> evenNumbers = list.FindAll(i => (i % 2) == 0);
// Вывод четных чисел
    Console.WriteLine("Here are your even numbers:");
    foreach (int evenNumber in evenNumbers)
    {
        Console.Write("{0}\t", evenNumber);
    }
    Console.WriteLine();
}
```

Обратите внимание на странный оператор кода, передаваемый методу **FindAll ()**, который в действительности и является лямбда-выражением. В этой модификации примера вообще нет никаких

следов делегата **Predicate<T>** (как и ключевого слова **delegate**). Все, что указано вместо них – это лямбда-выражение: **i => (i % 2) == 0**

Лямбда-выражения могут применяться везде, где используется анонимный метод или строго типизированный делегат (обычно в более лаконичном виде). «За кулисами» компилятор C# транслирует лямбда-выражение в стандартный анонимный метод, использующий тип делегата **Predicate<T>**.

Использование преимуществ контравариантности

Задача. В предыдущих версиях .NET (до 4) возникали ситуации, в которых делегаты вели себя неожиданным образом. Например, делегат с параметром-типом базового класса должен легко присваиваться делегатам с производными параметрами-типами – поскольку любой делегат, вызываемый из базового класса, должен позволять вызывать себя из производного. Ситуацию иллюстрирует код, приведенный ниже:

```
using System;
namespace ConsoleApplication1
{
    class Program
    {
        class Shape
        {
            public void Draw() { Console.WriteLine("Drawing shape"); }
        };
        class Rectangle : Shape
        {
            public void Expand() { /*...*/ }
        };
// А делегат и метод определены так:
        delegate void ShapeAction<T>(T shape);
        static void DrawShape(Shape shape)
        {
            if (shape != null)
            {
                shape.Draw();
            }
        }
        static void Main(string[] args)
        {
        }
    }
}
```

Решение. В версии .NET 4 контравариантность делегатов решила проблему, и вы можете присваивать менее специфичные делегаты более специфичным. Теперь параметр-тип **T** определен с модификатором **in**. Это означает, что делегат не возвращает **T**. В коде, приведенном далее, параметр-тип делегата модифицирован ключевым словом **in**:

```
using System;
namespace ConsoleApplication1
{
    class Shape
    {
        public void Draw() { Console.WriteLine("Drawing shape"); }
    };
    class Rectangle : Shape
    {
        public void Expand() { /*...*/ }
    };
    class Program
    {
        delegate void ShapeAction<in T>(T shape);
        static void DrawShape(Shape shape)
        {
            if (shape != null)
            {
                shape.Draw();
            }
        }
        static void Main(string[] args)
        {
// Очевидно, что этот код должен работать
        ShapeAction<Shape> action = DrawShape;
            action(new Rectangle());
/*  Интуитивно понятно, что любой метод, удовлетворяющий делегату
ShapeAction<Shape>, должен работать с объектом Rectangle, потому что Rectangle
является производным от Shape. Всегда есть возможность присвоить менее
специфичный метод более специфичному делегату. Но до появления версии .NET 4
нельзя было присвоить менее специфичный делегат более специфичному делегату. Это
очень важное различие. Теперь это можно, поскольку параметр-тип помечен
модификатором "in" */
// Следующие действия были возможны до появления .NET 4
            ShapeAction<Rectangle> rectAction1 = DrawShape;
            rectAction1(new Rectangle());
// Take Advantage of Contravariance 293
// А это было невозможно до появления .NET 4
            ShapeAction<Rectangle> rectAction2 = action;
            rectAction2(new Rectangle());
            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

Пример метода расширений

```
using System;
using ExtensionMethods;
// Пример метода расширений (слово this перед параметром)
// https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/bb383977.aspx
namespace ExtensionMethods
{
    public static class MyExtensions
    {
// Создали метод, который добавляет (расширяет список методов) метод WordCount в
список методов типа String
        public static int WordCount(this String str)
        {
            return str.Split(new char[] { ' ', '.', '?' },
                             StringSplitOptions.RemoveEmptyEntries).Length;
        }
    }
}
namespace MyProgram
{
    class Program
    {
        static void Main()
        {
            string s = "Hello Extension Methods";
// Теперь в классе s появился новый метод
            int i = s.WordCount();
        }
    }
}
```

Еще примеры метода расширений

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

public static class ExampleExtensions
{
    /// <summary>
    /// Добавление элементов в коллекцию
    /// </summary>
    /// <typeparam name="T"></typeparam>
    /// <param name="self"></param>
    /// <param name="coll"></param>
    /// <returns></returns>
    public static T AddTo<T>(this T self, ICollection<T> coll)
    {
        coll.Add(self);
        return self;
    }

    /// <summary>
    /// Переводит строку в логический тип данных
    /// </summary>
    /// <param name="self"></param>
```

```
    /// <returns> Если не может конвертировать, то вернет ложь </returns>
    public static bool TryBool(this string self)
    {
        return Boolean.TryParse(self, out var res) && res;
    }

    /// <summary>
    /// Проверяет, существует ли элемент среди множества
    /// </summary>
    /// <typeparam name="T"></typeparam>
    /// <param name="self"></param>
    /// <param name="elem"></param>
    /// <returns></returns>
    public static bool IsOneOf<T>(this T self, params T[] elem)
    {
        return elem.Contains(self);
    }

    /// <summary>
    /// Возвращает отформатированную строку
    /// </summary>
    /// <param name="format"></param>
    /// <param name="args"></param>
    /// <returns></returns>
    public static string Fun(this string format, params object[] args)
    {
        return String.Format(format, args);
    }
}

public class Test
{
    private void AddToList()
    {
        var list = new List<int>();
        var list2 = new List<int>();

        list.Add(1);

        1.AddTo(list).AddTo(list2);
    }

    private void ExampleTryBool(string value)
    {
        bool res = value.TryBool();
    }

    private void ExampleOne()
    {
        var arr = new[] { 1, 5, 6, 3 };

        var t = 7;

        foreach (var i in arr)
        {
            if (i == 7)
            {

            }
```

```
            }

            if (t.IsOneOf(5, 8, 6, 3))
            {

            }
        }
}
```

Linq

Linq использует следующие программные конструкции:

- Неявная типизация локальных переменных;
- Синтаксис инициализации объектов и коллекций;
- Лямбда-выражения;
- Расширяющие методы;
- Анонимные типы.

В основу Linq положено понятие запроса, в котором определяется информация, получаемая из источника данных. Например, запрос списка рассылки почтовых сообщений заказчикам может потребовать предоставления адресов всех заказчиков, проживающих в конкретном городе; запрос базы данных товарных запасов – список товаров, запасы которых исчерпались на складе; а запрос журнала, регистрирующего интенсивность использования Интернета, – список наиболее часто посещаемых веб-сайтов. И хотя все эти запросы отличаются в деталях, их можно выразить, используя одни и те же синтаксические элементы Linq. Как только запрос будет сформирован, его можно выполнить. Это делается, в частности, в цикле **foreach**. В результате выполнения запроса выводятся его результаты. Поэтому использование запроса может быть разделено на две главные стадии. На первой запрос формируется, а на второй – выполняется. Таким образом, при формировании запроса определяется, что именно следует извлечь из источника данных. А при выполнении запроса выводятся конкретные результаты.

Для обращения к источнику данных по запросу, сформированному средствами Linq, в этом источнике должен быть реализован интерфейс **IEnumerable**. Он имеет две формы: обобщенную и необобщенную. Как правило, работать с источником данных легче, если в нем реализуется обобщенная форма **IEnumerable<T>**, где **T** обозначает обобщенный тип перечисляемых данных. Здесь и далее предполагается, что в источнике данных реализуется форма интерфейса **IEnumerable<T>**. Этот интерфейс объявляется в пространстве имен **System.Collections.Generic**. Класс, в котором реализуется форма интерфейса **IEnumerable<T>**, поддерживает перечисление – это означает, что его содержимое может быть получено по очереди или в определенном порядке. Форма интерфейса **IEnumerable<T>** поддерживается всеми массивами в C#. Поэтому на примере массивов можно наглядно продемонстрировать основные принципы работы Linq. Применение Linq не ограничивается массивами. Есть два способа выполнения запроса Linq: отложенное и немедленное. При отложенном выполнении Linq-выражение не выполняется, пока не будет произведена итерация или перебор по выборке.

Простой Linq-запрос

```
// Сформировать простой запрос Linq
using System;
// Обязательно подключить
using System.Linq;
class SimpQuery
{
    static void Main()
    {
//  Все массивы в C# неявным образом преобразуются в форму интерфейса IEnumerable<T>
// Благодаря этому любой массив в C# может служить в качестве источника данных, извлекаемых
// по запросу Linq
        int[] nums = { 1, -2, 3, 0, -4, 5 };
// Создадим запрос, получающий только положительные числа
// posNums – переменная запроса
// Ей присваивается результат выполнения запроса
        var posNums = from n       // n -переменная диапазона (как в foreach)
                          in nums  // Источник данных
                      where n > 0  // Предикат (условие) – фильтр данных
                     select n;      // Какие данные получаем? В сложных запросах здесь можно указать,например, фамилию адресата вместо всего адреса
        Console.Write("Положительные числа: ");
// Выполняем запрос и выводим положительные числа на экран
        foreach (int i in posNums) Console.Write(i + " ");
        Console.WriteLine();
    }
}
```

Два where (условия)

```
using System;
using System.Linq;
class TwoWheres
{
    static void Main()
    {
        int[] nums = { 1, -2, 3, -3, 0, -8, 12, 19, 6, 9, 10 };
// Создаем запрос на выборку положительных чисел меньше 10
        var posNums = from n in nums
                      where n > 0
                      where n < 10
                      select n;
        Console.Write("Положительные числа меньше 10: ");
        foreach (int i in posNums) Console.Write(i + " ");
        Console.WriteLine();
    }
}
```

Еще один пример с where

```
// Еще один where
using System;
using System.Linq;
class WhereDemo2 {
  static void Main() {
    string[] strs = { ".com", ".net", "hsNameA.com", "hsNameB.net",
                      "test", ".network", "hsNameC.net", "hsNameD.com" };
// Create a query that obtains Internet addresses that end with .net
//  Создадим запрос, который получает все Интернет-адреса, заканчивающиеся на
.net
    var netAddrs = from addr in strs
                   where addr.Length > 4
                   && addr.EndsWith(".net", StringComparison.Ordinal)
//  Он    возвращает  логическое  значение  true,  если  вызывающая  его  строка
оканчивается
// последовательностью символов, указываемой в качестве аргумента этого метода
// Сортировка результатов запроса с помощью оператора orderby
                   select addr;
// Выполним запрос и выведем результаты
    foreach(var str in netAddrs) Console.WriteLine(str);
  }
}
```

Демонстрация OrderBy и преобразования в список

```
// Демонстрация OrderBy
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
class OrderbyDemo
{
    static void Main()
    {
        int[] nums = { 10, -19, 4, 7, 2, -5, 0 };
// Запрос, который получает значения в отсортированном порядке
        var posNums = from n in nums
                      where n>0  orderby n ascending
                      select n;
        Console.Write("Значения по возрастанию: ");
// Преобразовать в список (для примера такой возможности)
        List<int> a = posNums.ToList<int>();
// Execute the query and display the results
        foreach (int i in posNums) Console.Write(i + " ");
        nums[1] = 10;
        Console.WriteLine("\n"+posNums.Sum());
        Console.WriteLine();
    }
}
```

Демонстрация использования Linq с массивом пользовательских данных

```
using System;
using System.Linq;
class EmailAddress
{
    public string Name { get; set; }
    public string Address { get; set; }
    public EmailAddress(string n, string a)
    {
        Name = n;
        Address = a;
    }
}
class SelectDemo2
{
    static void Main()
    {
        EmailAddress[] addrs = {
         new EmailAddress("Herb", "Herb@HerbSchildt.com"),
         new EmailAddress("Tom", "Tom@HerbSchildt.com"),
         new EmailAddress("Sara", "Sara@HerbSchildt.com")
    };
        // Create a query that selects e-mail addresses
        var eAddrs = from entry in addrs
                     select entry.Address;
        Console.WriteLine("The e-mail addresses are");
        // Execute the query and display the results
        foreach (string s in eAddrs) Console.WriteLine("  " + s);
    }
}
```

Основные Linq

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

namespace Lesson
{
    public struct User
    {
        public string FirstName { get; set; }
        public string LastName { get; set; }

        public int Age
        {
            get => _age;
            set => _age = value;
        }

        private int _age;

        public User(string firstName, string lastName) : this()
        {
            FirstName = firstName;
            LastName = lastName;
```

```
        }
    }

    internal class ExampleLinq
    {
        private readonly User[] _users;
        private readonly int[] _numbers;

        public ExampleLinq()
        {
            _users = new[]
            {
                new User("Roman", "Muratov") {Age = 18},
                new User("Ivan", "Petrov"){Age = 22},
                new User("Igor", "Ivanov"){Age = 25},
                new User("Lera", "Muratova"){Age = 17},
                new User("Sveta", "Petrova"){Age = 27},
                new User("Lena", "Ivanova"){Age = 33},
                new User("Lera", "Muratova"){Age = 17},
                new User("Sveta", "Petrova"){Age = 27},
                new User("Lena", "Ivanova"){Age = 33}
            };
            _numbers = new[] { 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15
};
        }

        public void Filtration()
        {
            IEnumerable<int> evens = from i in _numbers
                                     where i % 2 == 0 && i > 10
                                     select i;

            IEnumerable<int> evens1 = _numbers.Where(i => i % 2 == 0 && i > 10);

            foreach (int i in evens)
                Console.WriteLine(i);
        }

        public void SelectingComplexObjects()
        {
            var selectedUsers = from user in _users
                                where user.Age > 25
                                select user;

            var selectedUsers1 = _users.Where(u => u.Age > 25).ToList();

            foreach (User user in selectedUsers)
                Console.WriteLine("{0} - {1}", user.FirstName, user.Age);
        }

        public void Projection()
        {
            var names = _users.Select(u => u.FirstName).ToList();

            foreach (string user in names)
                Console.WriteLine(user);
        }

        public void ExampleLet()
```

```
        {
            var people = from u in _users
                         let age = u.Age <= 18 ? u.Age + (18 - u.Age) : u.Age
                         select new User(u.FirstName, u.LastName)
                         {
                             Age = age
                         };

            foreach (var user in people)
                Console.WriteLine("{0} - {1}", user.FirstName, user.Age);
        }

        public void SamplingFromSeveralSources()
        {
            var people = from user in _users
                         from number in _numbers
                         select new { Name = user.LastName, Number = number };

            foreach (var p in people)
                Console.WriteLine("{0} - {1}", p.Name, p.Number);
        }

        public void Sorting()
        {
            var sortedUsers = from u in _users
// ascending (сортировка по возрастанию) и descending (сортировка по убыванию)
                              orderby u.Age
                              select u;

// ThenByDescending() (для сортировки по убыванию)
            var result = _users.OrderBy(u => u.FirstName).ThenBy(u =>
u.Age).ThenBy(u => u.FirstName.Length);


            foreach (User u in sortedUsers)
                Console.WriteLine("{0} - {1}", u.FirstName, u.Age);
        }

        public void WorkingWithSets()
        {
            string[] peopleFromAstrakhan = { "Igor", "Roman", "Ivan" };
            string[] peopleFromMoscow = { "Roman", "Vitalik", "Denis" };

            // Разность множеств
            var result = peopleFromAstrakhan.Except(peopleFromMoscow);
            // Пересечение множеств
            var result1 = peopleFromAstrakhan.Intersect(peopleFromMoscow);
            // Объединение множеств
            var result2 = peopleFromAstrakhan.Union(peopleFromMoscow);
            // Удаление дубликатов
            var result3 =
peopleFromAstrakhan.Concat(peopleFromMoscow).Distinct();
        }

        public void ExampleAverage()
        {
            int min1 = _numbers.Min();
// Минимальный возраст
            int min2 = _users.Min(n => n.Age);
```

```
            int max1 = _numbers.Max();
// Максимальный возраст
            int max2 = _users.Max(n => n.Age);

            double avr1 = _numbers.Average();
// Средний возраст
            double avr2 = _users.Average(n => n.Age);
        }

        public void ExampleSkipAndTake()
        {
// Три первых элемента
            var result = _numbers.Take(3);
// Все элементы, кроме первых трех
            var result1 = _numbers.Skip(3);

            foreach (var t in _users.TakeWhile(x =>
x.FirstName.StartsWith("I")))
                Console.WriteLine(t);

            foreach (var t in _users.SkipWhile(x =>
x.FirstName.StartsWith("I")))
                Console.WriteLine(t);
        }

        public void ExampleGrouping()
        {
            var groups = from user in _users
                         group user by user.LastName;

            // foreach (IGrouping<string, User> g in groups)
            // {
            //     Console.WriteLine(g.Key);
            //     foreach (var t in g)
            //         Console.WriteLine(t.FirstName);
            //     Console.WriteLine();
            // }

            var groups1 = _users.GroupBy(p => p.LastName)
                        .Select(g => new { LastName = g.Key, Count = g.Count()
});

            var groups2 = _users.GroupBy(p => p.LastName)
                        .Select(g => new
                        {
                            LastName = g.Key,
                            Count = g.Count(),
                            Name = g.Select(p => p)
                        });

            foreach (var g in groups2)
            {
                Console.WriteLine(g.LastName);
                Console.WriteLine(g.Count);
                foreach (var t in g.Name)
                    Console.WriteLine(t.FirstName);
                Console.WriteLine();
            }
```

```
        }

        public void ExampleAllAndAny()
        {
            bool result = _users.All(u => u.Age > 20);
            Console.WriteLine(result
                ? "У всех пользователей возраст больше 20"
                : "Есть пользователи с возрастом меньше 20");

            bool result1 = _users.Any(u => u.Age < 20);
            Console.WriteLine(result1
                ? "Есть пользователи с возрастом меньше 20"
                : "У всех пользователей возраст больше 20");
        }
    }
}
```

Практика

«Астероиды» с коллекциями

Изменим программу так, чтобы можно было стрелять очередями.

Добавим в файл **Game.cs** пространство имен:

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

Вместо одной пули создадим коллекцию пуль:

```
private static List<Bullet>  _bullets=new List<Bullet>();
```

При нажатии на выстрел пуля будет добавляться в коллекцию:

```
if (e.KeyCode == Keys.ControlKey) _bullets.Add(new Bullet(new Point(_ship.Rect.X
+ 10, _ship.Rect.Y + 4), new Point(4, 0), new Size(4, 1)));
```

В методе **Draw** класса **Game** теперь нужно выводить все пули:

```
foreach (Bullet b in _bullets) b.Draw();
```

В методе **Update**:

```
foreach (Bullet b in _bullets) b.Update();
```

В методе **Load** удалить строку:

```
_bullet = new Bullet(new Point(0, 200), new Point(5, 0), new Size(4, 1));
```

Существенно изменится столкновение, поэтому приведем код **Update** класса **Game** полностью:

```
public static void Update()
{
    foreach (BaseObject obj in _objs) obj.Update();
    foreach (Bullet b in _bullets) b.Update();
    for (var i = 0; i < _asteroids.Length; i++)
    {
        if (_asteroids[i] == null) continue;
        _asteroids[i].Update();
        for (int j = 0; j < _bullets.Count; j++)
            if (_asteroids[i] != null && _bullets[j].Collision(_asteroids[i]))
            {
                System.Media.SystemSounds.Hand.Play();
                _asteroids[i] = null;
                _bullets.RemoveAt(j);
                j--;
            }
        if (_asteroids[i] == null || !_ship.Collision(_asteroids[i])) continue;
        _ship.EnergyLow(Rnd.Next(1, 10));
        System.Media.SystemSounds.Asterisk.Play();
        if (_ship.Energy <= 0) _ship.Die();
    }
}
```

Новшества C# 7

В C# 7 добавлены out-переменные, которые позволяют объявить переменные сразу в вызове метода:

```
private void GetAge()
{
    Console.WriteLine(@"Введите возраст");
    var age = Console.ReadLine();
    if (!Int32.TryParse(age, out var ageInt)) Console.WriteLine(@"Возраст введен
не корректно");
}
```

Локальные функции

Локальные функции – те, что определены внутри других методов:

```
private void GetAge()
{
    Console.WriteLine(@"Введите возраст");
    var ageInput = Console.ReadLine();

    bool IsAdult(string value) // Локальная функция
    {
        if (!Int32.TryParse(ageInput, out var age)) throw new
Exception(@"Возраст введен некорректно");
        if (age > 18)
        {
            return true;
        }
        return false;
    }

    if (!IsAdult(ageInput))
    {
        Console.WriteLine(@"Регистрация разрешена только совершеннолетним");
    }
}
```

Локальная переменная-ссылка

В версии C# 7.0 была добавлена возможность возвращать ссылку на объект с помощью ключевого слова **ref** и определять локальную переменную, которая будет хранить ссылку:

```
private void Example()
{
    byte x = 1;
    ref byte xRef = ref x;
    Console.WriteLine(x); // 1
    xRef = 255;
    Console.WriteLine(x); // 255
}
```

Ссылка как результат функции

В версии C# 7.0 была добавлена возможность возвращать ссылку на на результат выполнения метода с помощью ключевого слова **ref**:

```
private void Main()
{
    int[] numbers = { 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13 };
    ref int numberRef = ref Find(5, numbers); // Ищем число 5 в массиве
    numberRef = 11; // Заменяем 5 на 11
    Console.WriteLine(numbers[4]); // 11

    Console.Read();
}

private ref int Find(int elem, int[] collection)
{
    for (var i = 0; i < collection.Length; i++)
    {
        if (collection[i] == elem)
        {
            return ref collection[i]; // Возвращаем ссылку на адрес, а не само
значение
        }
    }
    throw new IndexOutOfRangeException("число не найдено");
}
```

Pattern matching

Pattern matching позволяет сократить объем кода. Вместо приведения объекта к конкретному типу (операторы is и as) на новой строчке, теперь это можно сделать непосредственно в условии. Pattern matching доступны с версии C# 7.0.

```
class Animals
{
    public virtual string GetName()
    {
        return $"I Class {nameof(Animals)}";
    }
}

class Cat : Animals
{
    public override string GetName()
    {
        return $"I Class {nameof(Cat)}";
    }

    public int Age { get; set; }
}

internal class Programm
{
     private static void Main()
     {
```

```
        Animals animals = new Animals
        {
            Age = 3 // ?? В классе Animals нет свойства Age
        };
        Example(animals);
     }

    private static void Example(Animals animals)
    {
        #region C# 6.0

        Cat cat = animals as Cat;
        if (cat != null && cat.Age > 5)
        {
            cat.GetName();
        }
        else
        {
            Console.WriteLine(@"Пришло не то животное");
        }

        #endregion

        #region C# 7.0

        if (animals is Cat cat1 && cat1.Age > 5)
        {
            cat1.GetName();
        }
        else
        {
            Console.WriteLine(@"Пришло не то животное");
        }

        #endregion
    }
}
```

Кроме выражения **if, pattern matching** может применяться в конструкции **switch**:

```
private void Example(Animals animals)
{
    switch (animals)
    {
        case Cat cat:
            cat.GetName();
            break;
        case null:
            Console.WriteLine(@"Объект не задан");
            break;
        default:
            Console.WriteLine(@"Пришло не животное");
            break;
    }
}
```

Примечание. Для следующего функционала (деконструкторы и кортежи) понадобится загрузить **Nuget**-пакет (***System.ValueTuple***).

Деконструкторы

Деконструкторы (не путать с деструкторами) позволяют выполнить декомпозицию объекта на отдельные части. Деконструкторы доступны, начиная с версии C# 7.0.

```
   public struct User
     {
         public string FirstName { get; set; }
         public string LastName { get; set; }

         public int Age
         {
             get => _age;
             set => _age = value;
         }

         private int _age;

         public User(string firstName, string lastName) : this()
         {
             FirstName = firstName;
             LastName = lastName;
         }

         public void Deconstruct(out string firstName, out string lastName, out
int age)
         {
             firstName = FirstName;
             lastName = LastName;
             age = Age;
         }
     }

     internal class Programm
     {
         private static void Main()
         {
             User person = new User("Roman", "Muratov") { Age = 25 };

             (string firstName, string lastName, int age) = person;

             Console.WriteLine(firstName);    // Roman
             Console.WriteLine(lastName);    // Muratov
             Console.WriteLine(age);           // 25
         }
     }
```

Кортежи

Кортежи в C# – эти типы, которые определяются с помощью упрощенного синтаксиса. Преимущества: более простой синтаксис, правила преобразований с учетом количества (кратности) и типов

элементов, а также единые правила для копий и назначений. При этом кортежи не поддерживают некоторые объектно-ориентированные идиомы, связанные с наследованием.

Практическое задание

1. Добавить в программу коллекцию астероидов. Как только она заканчивается (все астероиды сбиты), формируется новая коллекция, в которой на один астероид больше.
2. Дана коллекция **List<T>**. Требуется подсчитать, сколько раз каждый элемент встречается в данной коллекции:
    a. для целых чисел;
    b. * для обобщенной коллекции;
    c. ** используя Linq.
3. * Дан фрагмент программы:

```
Dictionary<string, int> dict = new Dictionary<string, int>()
  {
    {"four",4 },
    {"two",2 },
    { "one",1 },
    {"three",3 },
  };
       var d = dict.OrderBy(delegate(KeyValuePair<string,int> pair) {
return pair.Value; });
     foreach (var pair in d)
    {
      Console.WriteLine("{0} - {1}", pair.Key, pair.Value);
    }
```

    a. Свернуть обращение к **OrderBy** с использованием лямбда-выражения **=>.**
    b. * Развернуть обращение к **OrderBy** с использованием делегата .

Дополнительные материалы

1. Ковариантность и контравариантность (Википедия)
2. https://andrewlock.net/deconstructors-for-non-tuple-types-in-c-7-0/
3. https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/csharp/language-reference/keywords/nameof
4. https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/csharp/tuples

Используемая литература

Для подготовки данного методического пособия были использованы следующие ресурсы:

1. Татьяна Павловская. Программирование на языке высокого уровня – 2009 г.
2. Эндрю Троелсен. Язык программирования C# 5.0 и платформа .NET 4.5 –2013 г.
3. Герберт Шилдт. C# 4.0. Полное руководство – 2011 г.
4. Бен Ватсон. C# 4.0 на примерах – 2011 г.
5. MSDN