Исключения и обработка ошибок

Юрий Литвинов
y.litvinov@spbu.ru

10.03.2022

TestCaseData (NUnit)

```
public class StackTest
{
    [TestCaseSource(nameof(Stacks))]
    public void StackShouldNotEmptyAfterPush(IStack stack)
    {
        stack.Push(1);
        Assert.IsFalse(stack.IsEmpty());
    }

    private static IEnumerable<TestCaseData> Stacks
        => new TestCaseData[]
        {
            new TestCaseData(new ArrayStack()),
            new TestCaseData(new ListStack()),
        };
}
```

Ещё хороший приём

```
private static IEnumerable<TestCaseData> Stacks {
    get {
        var stacks = new List<IStack>()
            { new ArrayStack(), new ListStack() };
        var data = new List<int>() { 1, 2, 3 };
        var result = new List<TestCaseData>();
        foreach (var stack in stacks) {
            foreach (var item in data) {
                result.Add(new TestCaseData(item, stack));
            }
        }
        return result;
    }
}
```

Более простые случаи

```
[TestCase(12, 3, 4)]
[TestCase(12, 2, 6)]
public void DivideTest(int n, int d, int q)
{
    Assert.AreEqual(q, n / d);
}
```

Или даже

```
[TestCase(12, 3, ExpectedResult=4)]
[TestCase(12, 2, ExpectedResult=6)]
public int DivideTest(int n, int d)
{
    return n / d;
}
```

Бросание исключений

```
if (t == null)
{
    throw new NullReferenceException();
}

throw new NullReferenceException("Hello!");
```

Обработка исключений

```
try {
    // Код, который может бросать исключения
} catch (Type1 id1) {
    // Обработка исключений типа Type1
} catch (Type2 id2) {
    // Обработка исключений типа Type2
} catch {
    // Обработка всех оставшихся исключений
} finally {
    // Код, выполняющийся в любом случае
}
```

Что делается

- На куче создаётся объект-исключение
- Исполнение метода прерывается
- Если в вызывающем методе есть обработчик этого исключения, вызывается он, иначе исполнение вызывающего тоже прерывается
- И т.д., пока не найдём обработчик или прервём Main

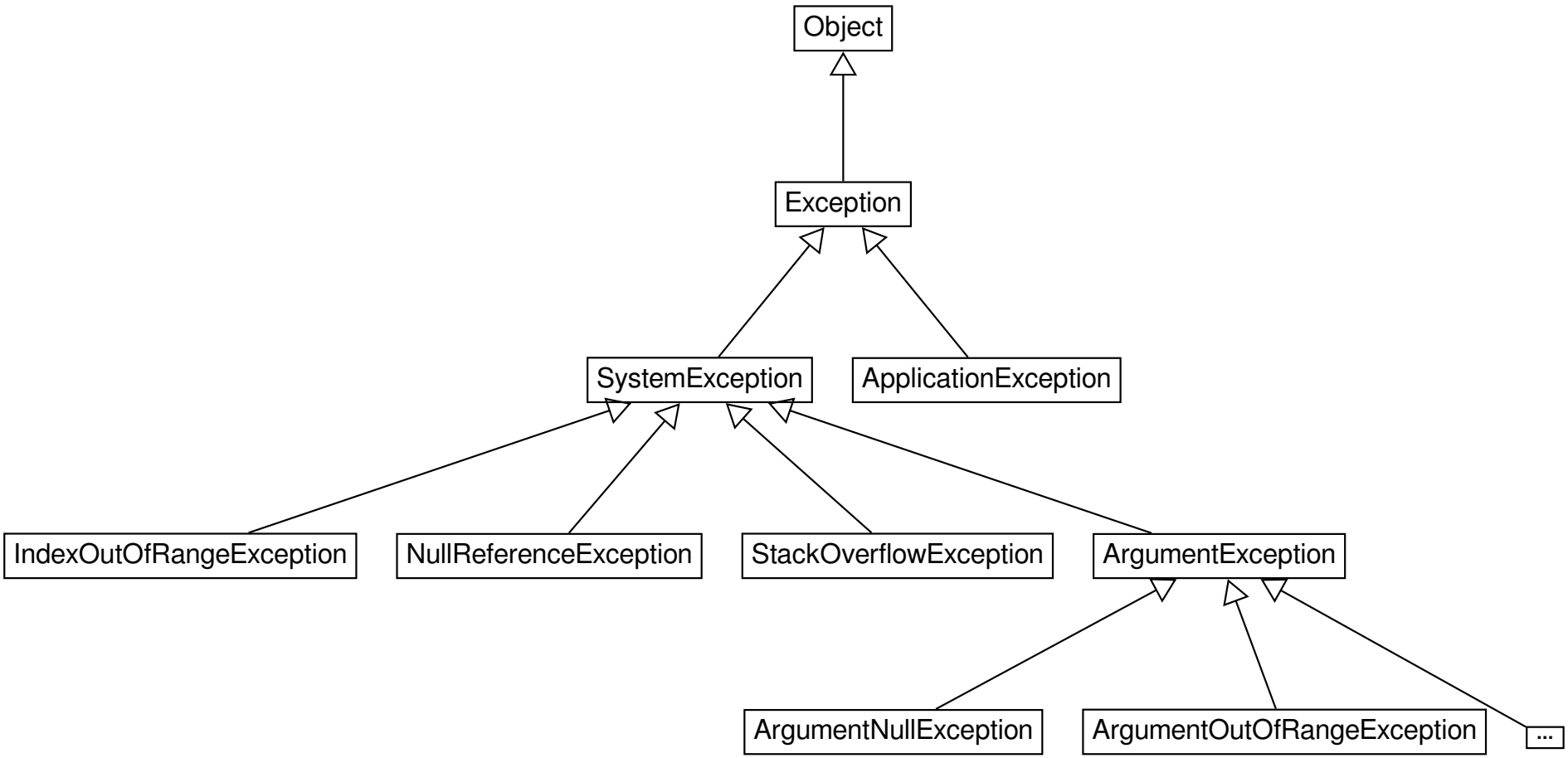
Пример

```
private void ReadData(String pathName)
{
    FileStream fs = null;
    try {
        fs = new FileStream(pathName, FileMode.Open);
        // Делать что-то полезное
    }
    catch (IOException) {
        // Код восстановления после ошибки
    }
    finally {
        // Закрыть файл надо в любом случае
        if (fs != null)
        {
            fs.Close();
        }
    }
}
```

Фильтры исключений

```
public static string MakeRequest()
{
    try
    {
        var request = WebRequest.Create("http://se.math.spbu.ru");
        var response = request.GetResponse();
        var stream = response.GetResponseStream();
        var reader = new StreamReader(stream);
        var data = reader.ReadToEnd();
        return data;
    }
    catch (WebException e)
        when (e.Status == WebExceptionStatus.ConnectFailure)
    {
        return "Connection failed";
    }
}
```

Иерархия классов-исключений



Свойства класса Exception

- Data
- HelpLink
- InnerException
- Message
- Source
- StackTrace
- HResult

Пример (плохой)

```
try
{
    throw new Exception("Something is very wrong");
}
catch (Exception e)
{
    Console.WriteLine("Caught Exception");
    Console.WriteLine("e.Message: " + e.Message);
    Console.WriteLine("e.ToString(): " + e.ToString());
    Console.WriteLine("e.StackTrace:\n" + e.StackTrace);
}
```

Что выведется

```
Caught Exception
e.Message: Something is very wrong
e.ToString(): System.Exception: Something is very wrong
   в CSharpConsoleApplication.Program.Main(String[] args) в
      c:\Projects\CSharpConsoleApplication\CSharpConsoleApplication\Program.cs: строка 15
e.StackTrace:
   в CSharpConsoleApplication.Program.Main(String[] args) в
      c:\Projects\CSharpConsoleApplication\CSharpConsoleApplication\Program.cs:строка 15
Для продолжения нажмите любую клавишу . . .
```

Перебрасывание исключений

```
try
{
    throw new Exception("Something is wrong");
}
catch (Exception e)
{
    Console.WriteLine("Caught Exception");
    throw;  // "throw e;" тоже работает, но сбросит stack trace
}
```

Или

```
throw new Exception("Outer exception", e);
```

Свои классы-исключения

```
public class MyException : Exception
{
    public MyException()
    {
    }

    public MyException(string message)
        : base(message)
    {
    }
}
```

Идеологически правильное объявление исключения

```
[Serializable]
public class MyException : Exception
{
    public MyException() { }
    public MyException(string message) : base(message) { }
    public MyException(string message, Exception inner)
        : base(message, inner) { }
    protected MyException(
        System.Runtime.Serialization.SerializationInfo info,
        System.Runtime.Serialization.StreamingContext context)
            : base(info, context) { }
}
```

“Интересные” классы-исключения

- Corrupted state exceptions (CSE) — не ловятся catch-ем
  - StackOverflowException
  - AccessViolationException
  - System.Runtime.InteropServices.SEHException
- FileLoadException, BadImageFormatException, InvalidProgramException, ...
- ThreadAbortException
- TypeInitializationException
- TargetInvocationException
- OutOfMemoryException
- Можно кидать null. При этом рантайм сам кидает NullReferenceException.

Environment.FailFast

```
try
{
    // Делать что-то полезное
}
catch (OutOfMemoryException e)
{
    Console.WriteLine("Закончилась память :(");
    Environment.FailFast(
        String.Format($"Out of Memory: {e.Message}"));
}
```

Исключения и тесты

```
[TestMethod]
[ExpectedException(typeof(DivideByZeroException))]
public void DivideTest()
{
    var target = new DivisionClass();
    int numerator = 4;
    int denominator = 0;
    int actual = target.Divide(numerator, denominator);
}
```

или (более правильно)

```
[TestMethod]
public void DivideTest()
{
    var target = new DivisionClass();
    int numerator = 4;
    int denominator = 0;
    Assert.Throws<DivideByZeroException>(() => target.Divide(numerator, denominator));
}
```

Исключения, best practices

- Не бросать исключения без нужды
  - В нормальном режиме работы исключения бросаться не должны вообще
- Свои исключения наследовать от System.Exception
- Документировать все свои исключения, бросаемые методом
- Не ловить Exception, SystemException
  - Исключения, указывающие на ошибку в коде (например, NullReferenceException) уж точно не ловить
- По возможности кидать библиотечные исключения или их наследников:
  - InvalidOperationException
  - ArgumentException
- Имя класса должно заканчиваться на “Exception”
- Код должен быть безопасным с точки зрения исключений
  - Не забывать про finally
  - Или using, lock, foreach, которые тоже генерят finally

using, IDisposable

```
public static class Program {
    public static void Main() {
        var bytesToWrite = new Byte[] { 1, 2, 3, 4, 5 };
        using (var fs = new FileStream("Temp.dat", FileMode.Create)) {
            fs.Write(bytesToWrite, 0, bytesToWrite.Length);
        }
        File.Delete("Temp.dat");
    }
}
```

Если есть хоть одно поле IDisposable, сам класс должен быть IDisposable!

Особенности современного C#

Кортежи и деконструкция

```
static (int prev, int cur) Fibonacci(int n)
{
    var (prevPrev, prev) = n <= 2 ? (0, 1) : Fibonacci(n - 1);
    return (prev, prevPrev + prev);
}

private static void Main(string[] args)
{
    var (_, result) = Fibonacci(7);
    Console.WriteLine(result);
}
```

Именованные поля кортежей

```
int count = 5;
string label = "Colors used in the map";
var pair = (count: count, label: label);

int count = 5;
string label = "Colors used in the map";
var pair = (count, label); // element names are "count" and "label"
```

Инициализация свойств

```
public class Person
{
    public int Age { get; set; } = 0;
    public string Name { get; set; } = "Anonymous";
}
```

Null propagation

```
var first = person?.FirstName;

int? age = person?.Age;
if (age.HasValue)
{
    int realAge = age.Value;
}


var otherFirst = person?.FirstName ?? "Unspecified";
```

Локальные функции

```
public int Fibonacci(int x)
{
    if (x < 0)
        throw new ArgumentException("Less negativity please!", nameof(x));
    return Fib(x).current;

    (int current, int previous) Fib(int i)
    {
        if (i == 0) return (1, 0);
        var (p, pp) = Fib(i - 1);
        return (p + pp, p);
    }
}
```

Индексеры

```
class SampleCollection {
    private int[] arr = new int[100];
    public int this[int i]
    {
        get => arr[i];
        set => arr[i] = value;
    }
}
```

Индексовая инициализация

```
private Dictionary<int, string> webErrors = new Dictionary<int, string>
{
    [404] = "Page not Found",
    [302] = "Page moved, but left a forwarding address.",
    [500] = "The web server can't come out to play today."
};
```

Именованные и необязательные аргументы

```
PrintOrderDetails(productName: "Red Mug", 31, "Gift Shop");

public void ExampleMethod(int required,
    string optionalStr = "default string",
    int optionalInt = 10)

anExample.ExampleMethod(3, optionalInt: 4);
```

params

```
public static void UseParams(params int[] list)
{
    for (int i = 0; i < list.Length; i++)
    {
        Console.Write(list[i] + " ");
    }
    Console.WriteLine();
}
...
UseParams(1, 2, 3, 4);
```

switch expression (C# 8)

https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/csharp/whats-new/csharp-8

```
public static RGBColor FromRainbow(Rainbow colorBand) =>
    colorBand switch
    {
        Rainbow.Red    => new RGBColor(0xFF, 0x00, 0x00),
        Rainbow.Orange => new RGBColor(0xFF, 0x7F, 0x00),
        Rainbow.Yellow => new RGBColor(0xFF, 0xFF, 0x00),
        Rainbow.Blue   => new RGBColor(0x00, 0x00, 0xFF),
        Rainbow.Indigo => new RGBColor(0x4B, 0x00, 0x82),
        Rainbow.Violet => new RGBColor(0x94, 0x00, 0xD3),
        _ => throw new ArgumentException(
                message: "invalid enum value",
                paramName: nameof(colorBand)),
    };
```

switch по свойствам (C# 8)

```
public static decimal ComputeSalesTax(Address location,
    decimal salePrice) =>
  location switch
  {
    { State: "WA" } => salePrice * 0.06M,
    { State: "MN" } => salePrice * 0.75M,
    { State: "MI" } => salePrice * 0.05M,
    // ...
    _ => 0M
  };
```

switch по кортежам (C# 8)

```
public static string RockPaperScissors(string first, string second)
    => (first, second) switch
    {
        ("rock", "paper") => "rock is covered by paper. Paper wins.",
        ("rock", "scissors") => "rock breaks scissors. Rock wins.",
        ("paper", "rock") => "paper covers rock. Paper wins.",
        ("paper", "scissors") => "paper is cut by scissors. Scissors wins.",
        ("scissors", "rock") => "scissors is broken by rock. Rock wins.",
        ("scissors", "paper") => "scissors cuts paper. Scissors wins.",
        (_, _) => "tie"
    };
```

Шаблоны в var

```
var (x, y) = (1, 2);
```

Deconstruct (C# 8)

```
public class Point
{
    public int X { get; }
    public int Y { get; }

    public Point(int x, int y) => (X, Y) = (x, y);

    public void Deconstruct(out int x, out int y) =>
        (x, y) = (X, Y);
}
```

И использование

```
var point = new Point(10, 20);
var (a, b) = point;
```

Позиционные шаблоны (C# 8)

```
static string Quadrant(Point p) => p switch
{
    (0, 0) => "origin",
    (var x, var y) when x > 0 && y > 0 => "Quadrant 1",
    (var x, var y) when x < 0 && y > 0 => "Quadrant 2",
    (var x, var y) when x < 0 && y < 0 => "Quadrant 3",
    (var x, var y) when x > 0 && y < 0 => "Quadrant 4",
    (var x, var y) => "on a border",
    _ => "unknown"
};
```

using var (C# 8)

```
static void WriteLinesToFile(IEnumerable<string> lines)
{
    using var file = new System.IO.StreamWriter("WriteLines2.txt");
    foreach (string line in lines)
    {
        // If the line doesn't contain the word 'Second',
        // write the line to the file.
        if (!line.Contains("Second"))
        {
            file.WriteLine(line);
        }
    }
// file is disposed here
}
```

Nullable reference-типы (C# 8)

- **string?** name; — переменная может быть **null**
- **string** name; — переменная не может быть **null**
  - Попытки присвоить **null** или что-то, что может быть **null**, вызовут предупреждения компилятора
- name!.Length — null-forgiving operator
- Управляется директивами #nullable disable и #nullable enable
- Подробности: https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/csharp/nullable-references
- Для нового кода обязательно к применению

Продвинутое сопоставление шаблонов (C# 9)

```
public static bool IsLetterOrSeparator(char c) =>
    c is (>= 'a' and <= 'z') or (>= 'A' and <= 'Z') or '.' or ',';

if (e is not null)
{
    // ...
}
```

Продвинутый вывод типов (C# 9)

```
private List<WeatherObservation> observations = new();

public WeatherForecast ForecastFor(
    DateTime forecastDate, WeatherForecastOptions options)
...
var forecast = station.ForecastFor(DateTime.Now.AddDays(2), new());

WeatherStation station = new() { Location = "Seattle, WA" };
```

Record-ы (C# 9)

```
public record Person
{
    public string LastName { get; }
    public string FirstName { get; }

    public Person(string first, string last)
        => (FirstName, LastName) = (first, last);
}
```

C# 10

- File-scoped namespaces
- global using
- Улучшенные шаблоны: { Prop1.Prop2: pattern }