Значимые и ссылочные типы, строки

1. Значимые (value) vs ссылочные (reference)

Кратко:

- **Значимые (value)** типы хранят значение **непосредственно**. При присваивании/передаче копируются. Примеры: `int`, `double`, `bool`, `char`, `enum`.
- **Ссылочные (reference)** типы хранят **ссылку** (адрес) на объект в куче (heap). При присваивании/передаче копируется ссылка — оба имени указывают на один и тот же объект. Примеры: `string`, массивы `int[]`, любые объекты (класс).

Почему это важно: поведение при присваивании и передаче в методы разное — изменение объекта через одну ссылку видно через другую; изменение значимого типа — нет (копия).

Примеры:

```
// Значимые типы — копируются
int a = 5;
int b = a;
b = 10;
Console.WriteLine(a); // 5

// Ссылочные типы — копируется ссылка
int[] arr1 = {1,2};
int[] arr2 = arr1;
arr2[0] = 99;
Console.WriteLine(arr1[0]); // 99 — видно через обе переменные
```

Стек (stack) и куча (heap)

- **Стек (stack)** — это быстрая временная память для текущей работы программы. В нём хранятся параметры и локальные переменные методов. Когда метод вызывается — создаётся «блок» в стеке, он называется контекстом метода; когда метод заканчивает выполнение — блок снимается и память освобождается автоматически.
  Пример: `int i = 5;` — локальная переменная обычно хранится в стеке.
- **Куча (heap)** — это память для объектов, которые живут дольше одного метода. Когда вы создаёте объект через `new` (например, массив или строку), сам объект размещается в куче, а **в переменной хранится ссылка** на этот объект. Куча управляется специальной системой — сборщиком мусора (GC).
  Пример: `int[] arr = new int[3];` — массив находится в куче, а `arr` (в стеке) — это ссылка на него.

Сборщик мусора (GC)

- **GC (garbage collector)** — это часть .NET, которая автоматически **освобождает память** от объектов, на которые больше **нет ссылок** (то есть они недостижимы из кода).
- Вы как программист обычно **не освобождаете память вручную** — рантайм делает это сам. Это упрощает разработку и уменьшает ошибки утечек памяти в простых программах.
- Объект удаляется **только тогда, когда на него больше не ссылаются**. Если какая-то переменная или коллекция всё ещё держит ссылку — объект не будет удалён.

```
void Foo()
{
    var arr = new int[100]; // массив в куче
} // после выхода из Foo ссылка arr исчезает — массив может быть удалён GC
```

`null` и nullable-типы

`null` — специальное значение ссылочных типов, означающее «нет объекта». Попытка вызвать метод на `null` приведёт к `NullReferenceException`. Оно является дефолтным для всех ссылочных типов.

Nullable для значимых типов: чтобы позволить значимым типам принимать `null`, используется `T?`:

```
int? maybe = null;
maybe = 5;
```

Проверка на null:

- Обычная:

```
if (s == null) { /* ... */ }
if (s != null) { /* ... */ }
```

- Паттерн:

```
if (s is null) { /* ... */ }
if (s is not null) { /* ... */ }
```

Операторы для работы с `null`:

- `??` — null-coalescing (вернёт левый операнд, если он не null; иначе правый):

```
string name = input ?? "Аноним";
```

- `?.` — null-conditional (безопасный доступ к члену, вернёт `null`, если левый null):

```
int? len = s?.Length; // если s == null, len == null
```

- `??=` — присвоение при null:

```
s ??= "default";
```

- `!` — null-forgiving (оператор «я уверен, что не null» — убирает предупреждение компилятора; использовать осторожно):

```
int len = s!.Length;
```

Пример nullable и проверок:

```
int? age = null;
int effective = age ?? 0; // если age null => 0
```

2. Строки

`string` **— ссылочный тип**, но он **неизменяемый (immutable)**. Это значит: после создания строки её содержимое нельзя изменить.

Операции, которые «меняют» строку (конкатенация, Replace и т.п.), на самом деле создают **новую** строку в памяти. Из-за этого он похож по поведению на значимые типы.

Это сделано для безопасности и предсказуемости кода (строки можно безопасно передавать между частями кода). Однако это может приводить к проблемам с производительностью при многократном изменения строки.

Часто используемые методы строк

Работа со строками в C# — одна из самых распространённых задач. Вот список методов, которые нужно знать с самого начала:

- `s.Length` — возвращает количество символов в строке.

```
string s = "Hello";
Console.WriteLine(s.Length); // 5
```

- `s.Substring(start, length)` — возвращает часть строки, начиная с позиции `start` и длиной `length`.

```
string s = "HelloWorld";
Console.WriteLine(s.Substring(0, 5)); // Hello
```

- `s.IndexOf("sub")` / `s.LastIndexOf("sub")` — ищет подстроку и возвращает её индекс (слева направо или справа налево). Возвращает `-1`, если не найдено.

```
string s = "banana";
Console.WriteLine(s.IndexOf("na"));     // 2
Console.WriteLine(s.LastIndexOf("na")); // 4
```

- `s.Replace("a", "b")` — создаёт новую строку, в которой все вхождения `"a"` заменены на `"b"`.

```
string s = "cat";
Console.WriteLine(s.Replace("c", "b")); // bat
```

- `s.ToLower()` / `s.ToUpper()` — возвращает строку в нижнем или верхнем регистре.

```
string s = "Hello";
Console.WriteLine(s.ToLower()); // hello
Console.WriteLine(s.ToUpper()); // HELLO
```

- `s.Trim()` / `s.Trim(chars[])` — удаляет пробелы (по умолчанию) или указанные символы в начале и в конце строки.

```
string s = "  hello  ";
Console.WriteLine(s.Trim()); // "hello"

string s2 = "...text...";
Console.WriteLine(s2.Trim('.')); // "text"
```

- `s.Split(separator)` — разбивает строку на массив подстрок по разделителю.
- `string.Join(separator, parts)` — соединяет массив строк в одну строку с разделителем.

```
string s = "a,b,c";
string[] parts = s.Split(',');
// parts = ["a", "b", "c"]

string joined = string.Join(";", parts);
Console.WriteLine(joined); // "a;b;c"
```

- `s.Contains("x")` — проверяет, есть ли в строке указанная подстрока.
- `s.StartsWith("pre")` — проверяет, начинается ли строка с подстроки.
- `s.EndsWith("post")` — проверяет, заканчивается ли строка подстрокой.

`StringBuilder`

`StringBuilder` (в `System.Text`) нужен там, где вы собираете строку по кусочкам — особенно в цикле.

Он хранит внутренний изменяемый буфер (масштабируемый массив символов) и добавляет куски в него без постоянного копирования всей строки. В конце вы один раз вызываете `ToString()` и получаете итоговую строку.

Пример:

Этот простой код будет работать долго и потреблять много памяти:

```
string s = "";
for (int i = 0; i < 1000000; i++)
{
    s += i.ToString() + ","; // каждый шаг создаёт новую строку
}
```

После того как мы перепишем код на `StringBuilder`, он выполнится почти мгновенно:

```
using System.Text;

var sb = new StringBuilder();
for (int i = 0; i < 1000000; i++)
{
    sb.Append(i);
    sb.Append(','); // специальный Append для char
}
string result = sb.ToString();
```

Спецсимволы

Наиболее часто используемые:

- `\n` — новая строка (перевод строки).
- `\r` — возврат каретки (используется вместе с `\n`, т.е. `\r\n`).
- `\t` — табуляция (горизонтальный отступ).
- `\\` — обратный слэш `\`.
- `\"` — кавычка внутри строки.

```
string s = "Hello\tWorld\n\"C#\"";
Console.WriteLine(s);
// Вывод:
// Hello    World
// "C#"
```

Подробный текст (`@""`)

Чтобы не писать много обратных слэшей, можно использовать подробный текст в котором отключены все спецсимволы. Она обозначается префиксом `@` перед строкой:

```
// вместо того, чтобы писать так
string path = "C:\\Users\\Admin\\Docs";
Console.WriteLine(path);

// можно писать так
string path = @"C:\Users\Admin\Docs";
Console.WriteLine(path); // C:\Users\Admin\Docs
```

Особенности:

- Спецсимволы в нём не обрабатываются.
- Можно писать многострочные строки прямо в коде:

```
string multi = @"Первая строка
Вторая строка
Третья строка";
Console.WriteLine(multi);
```

- Для того чтобы поставить двойные кавычки `"` нужно написать их дважды `""`:

```
string s = @"He said, ""This is the last chance!"
Console.WriteLine(s);
// He said, "This is the last chance!"
```

Интерполяция строк (`$""`)

Интерполяция позволяет подставлять значения переменных прямо в строку.

```
int age = 20;
string name = "Иван";
string s = $"Меня зовут {name}, мне {age} лет";
Console.WriteLine(s);
// Меня зовут Иван, мне 20 лет
```

Можно совмещать с `@`:

```
string folder = "Temp";
Console.WriteLine($@"C:\{folder}\files"); // C:\Temp\files
```

Форматирование

Иногда нужно вывести числа или даты в удобочитаемом виде:

- числа с фиксированным количеством знаков после запятой,
- даты в определённом формате,
- выравнивание по ширине,
- добавление разделителей разрядов и т.п.

В C# это делается через **форматные строки**. Они указываются после двоеточия `:` внутри фигурных скобок при интерполяции (`$""`) или в методах `string.Format`, `Console.WriteLine`.

Форматирование чисел

Основные спецификаторы:

Спецификатор	Пример	Результат
`F` (Fixed-point, фиксированная точка)	`${3.14159:F2}`	`3.14`
`N` (Number, с разделителями разрядов)	`${12345.6789:N2}`	`12,345.68`
`E` (Exponential, экспоненциальная форма)	`${12345:E2}`	`1.23E+004`
`P` (Percent, процент)	`${0.1234:P1}`	`12.3 %`
`C` (Currency, денежный формат)	`${123.45:C}`	`123,45 ₽` (зависит от локализации)

Пример:

```
double x = 12345.6789;
Console.WriteLine($"{x:F2}"); // 12345.68
Console.WriteLine($"{x:N0}"); // 12,346
Console.WriteLine($"{x:E3}"); // 1.235E+004
```

Форматирование дат и времени

Даты поддерживают свои коды:

Код	Значение	Пример
`d`	Краткая дата	`19.08.2025`
`D`	Полная дата	`19 августа 2025 г.`
`t`	Краткое время	`15:45`
`T`	Полное время	`15:45:33`
`f`	Полная дата + краткое время	`19 августа 2025 г. 15:45`
`g`	Краткая дата + краткое время	`19.08.2025 15:45`
`o`	ISO 8601	`2025-08-19T15:45:33.1234567`
`yyyy-MM-dd`	Год-месяц-день	`2025-08-19`
`dd.MM.yyyy HH:mm`	Дата и время вручную	`19.08.2025 15:45`

Выравнивание

Можно задать ширину поля и выравнивание:

```
Console.WriteLine($"|{"Name",-10}|{"Age",5}|");
// -10 = выравнивание влево, 10 символов
//  5  = вправо, 5 символов

// Результат:
// |Name      |  Age|
```

Кодировка строк

Когда мы работаем со строками, на самом деле мы работаем не с «буквами», а с их **кодами** — числами, которые соответствуют символам в таблице **Unicode**.

Как устроено хранение строк в .NET

- В .NET строки (`string`) хранятся во внутреннем формате **UTF-16**.
- Каждый символ (`char`) — это 16-битное число (от 0 до 65535), которое соответствует **кодовой единице**.
- Большинство привычных символов (латиница, кириллица, цифры, спецсимволы) укладываются в одну такую кодовую единицу.

Проблема с «длинными» символами

- Но в Unicode есть символы, которым **не хватает 16 бит** (например, эмодзи 😊, редкие иероглифы, музыкальные ноты).
- Для них используется механизм **суррогатных пар**: символ хранится в виде двух `char` подряд.
- Поэтому:

```
string emoji = "😊";
Console.WriteLine(emoji.Length); // 2, хотя мы видим один символ
```

То есть `Length` возвращает количество кодовых единиц (char), а не «символов, как видит человек».

Возможные проблемы

1. **Длина строки ≠ количество символов.**
   Особенно заметно с эмодзи, диакритическими знаками (`é` может быть представлена как `e` + `´`).
2. **Обрезка строк.**
   Если взять `Substring` и случайно «разрезать» суррогатную пару, то строка окажется повреждённой:

```
string s = "😊X";
Console.WriteLine(s.Substring(0,1)); // ошибка: останется половина символа
```

3. **Сравнение строк.**
   Два одинаково выглядящих символа могут иметь разное внутреннее представление (например, `é` может храниться как один код или как комбинация).
4. **Неправильная кодировка при чтении/записи файлов.**
   Если файл сохранён в UTF-8, а вы откроете его как ANSI — русские буквы «сломаются» (будут `` или непонятные символы).

Регулярные выражения

Регулярные выражения (regex) — это специальный язык для поиска и обработки текста по шаблону.
С их помощью можно:

- искать в строке определённые подстроки (например, все email-адреса);
- проверять, соответствует ли строка какому-то формату (например, дата, телефон, индекс);
- заменять части строки по условию.

В .NET регулярные выражения находятся в пространстве имён `System.Text.RegularExpressions`, главный класс — `Regex`.

Основные методы

- `Regex.IsMatch(string, pattern)` — проверяет, соответствует ли строка шаблону. Возвращает `true/false`.
- `Regex.Match(string, pattern)` — находит первое совпадение, возвращает объект `Match`.
- `Regex.Matches(string, pattern)` — находит **все** совпадения, возвращает коллекцию `MatchCollection`.
- `Regex.Replace(string, pattern, replacement)` — заменяет найденные совпадения на указанный текст.

Основные элементы синтаксиса

- `.` — любой символ (кроме новой строки).
- `\d` — цифра (`0-9`), `\D` — не цифра.
- `\w` — буква, цифра или `_`. `\W` — не буква/цифра.
- `\s` — пробельный символ, `\S` — не пробел.
- `+` — «один или больше», `*` — «ноль или больше», `?` — «ноль или один».
- `{n}` — ровно `n` раз, `{n,m}` — от `n` до `m` раз.
- `^` — начало строки, `$` — конец строки.
- `(...)` — группа (можно извлекать подстроки).
- `|` — «или».

Примеры

Проверка даты в формате `dd-mm-yyyy`:

```
using System.Text.RegularExpressions;

string text = "Сегодня 12-05-2020, а завтра 13-05-2020";
string pattern = @"\b\d{2}-\d{2}-\d{4}\b"; // дата dd-mm-yyyy

// Проверка, есть ли дата
bool hasDate = Regex.IsMatch(text, pattern);
Console.WriteLine(hasDate); // True

// Первое совпадение
var match = Regex.Match(text, pattern);
if (match.Success)
    Console.WriteLine("Найдена дата: " + match.Value);

// Все совпадения
var matches = Regex.Matches(text, pattern);
foreach (Match m in matches)
    Console.WriteLine("Дата: " + m.Value);
```

Проверка email-адреса

```
string email = "student@example.com";
string pattern = @"^[\w\.-]+@[\w\.-]+\.\w+$";

Console.WriteLine(Regex.IsMatch(email, pattern)); // True
```

3. Параметры `ref`, `out`

В C# по умолчанию все **значимые типы** (например, `int`, `bool`, `struct`) передаются в метод **по значению**.
Это значит, что внутри метода мы работаем с **копией** переменной, и изменения не затрагивают оригинал.

Иногда нужно, чтобы метод **изменил исходную переменную**. Для этого и существуют модификаторы `ref` и `out`.

`ref`

- Передаёт переменную **по ссылке**.
- Переменная **должна быть инициализирована** до вызова.
- Метод может **изменить её значение**, и изменения будут видны снаружи.

Пример:

```
static void IncRef(ref int x)
{
    x++; // изменяем исходную переменную
}

int a = 5;
IncRef(ref a);
Console.WriteLine(a); // 6
```

`out`

- Используется, когда метод должен **вернуть дополнительное значение** через параметр.
- Переменная **не обязана быть инициализирована** перед вызовом.
- Метод обязан **присвоить ей значение** до выхода.

Пример:

```
static bool ParsePositive(string s, out int number)
{
    if (int.TryParse(s, out number) && number > 0)
        return true;
    return false;
}

if (ParsePositive("42", out int n))
    Console.WriteLine(n); // 42
else
    Console.WriteLine("Ошибка");
```

Разбор на примере `TryParse`

Методы `TryParse` (например, `int.TryParse`) — это классический пример использования `out`.

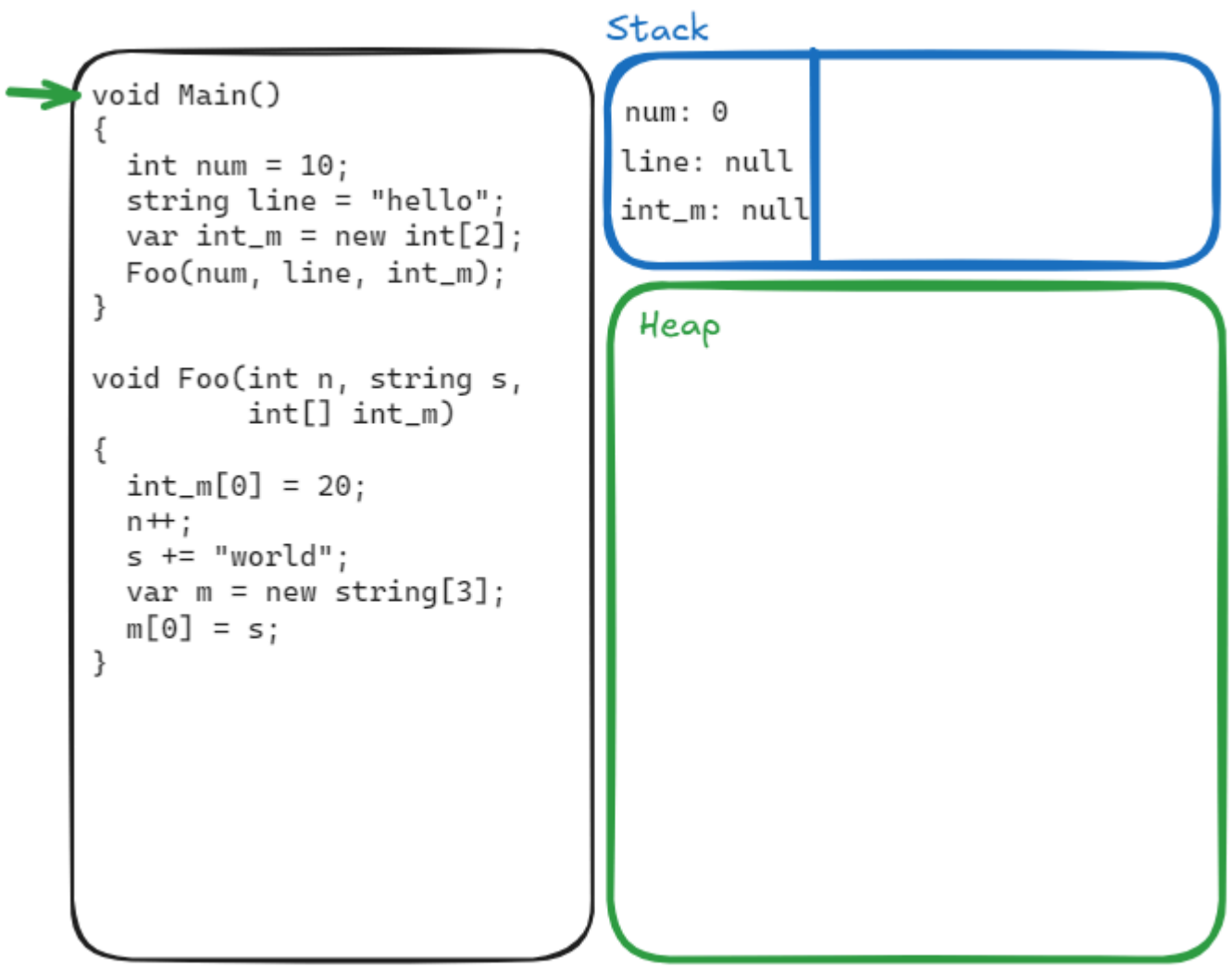
Обычный `int.Parse("abc")` выбросит исключение, если строка не число.
А `int.TryParse` работает безопасно:

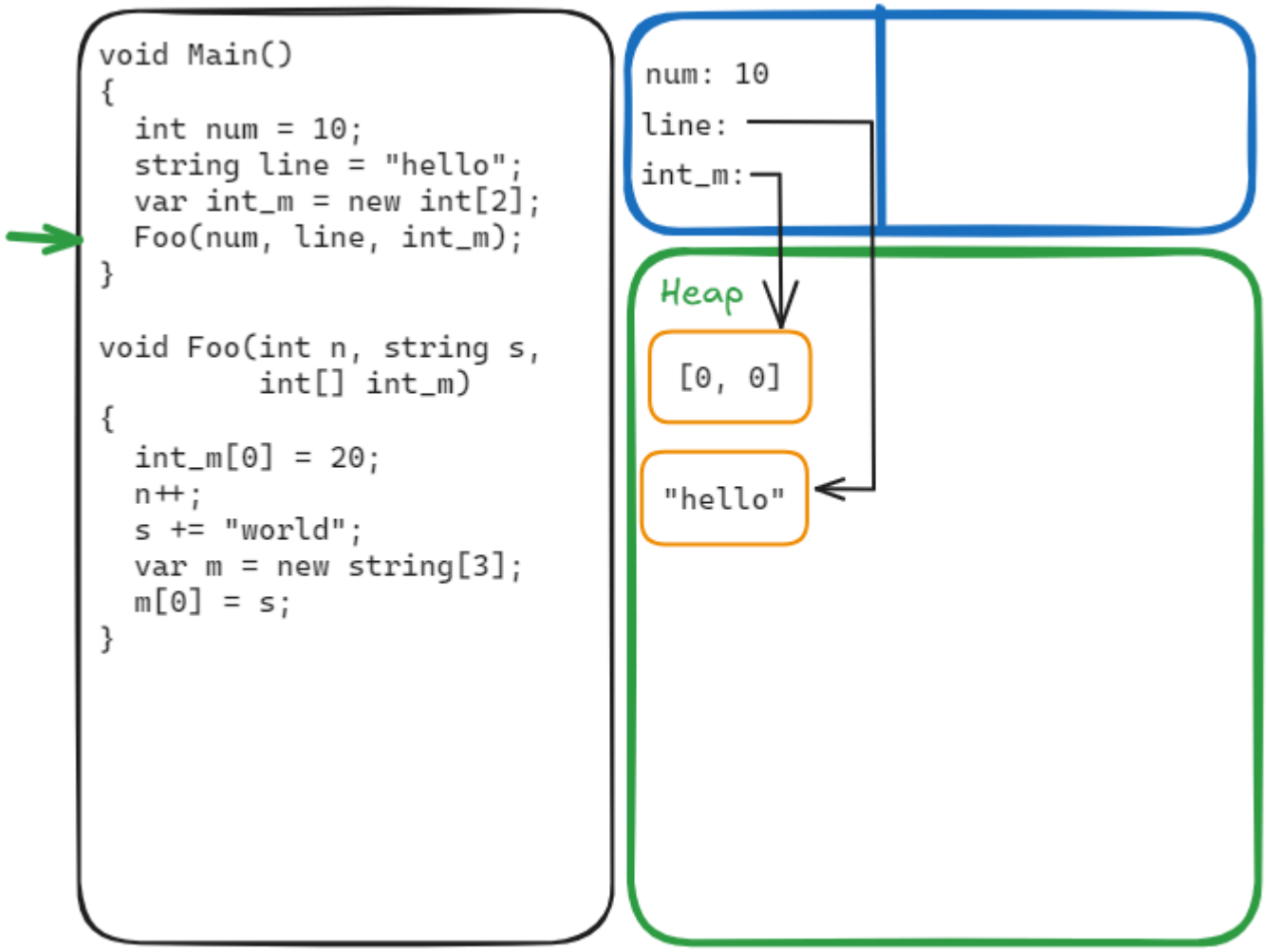
- Возвращает `true`, если число удалось разобрать.
- Возвращает `false`, если строка некорректная.
- Через параметр `out` возвращает само значение.

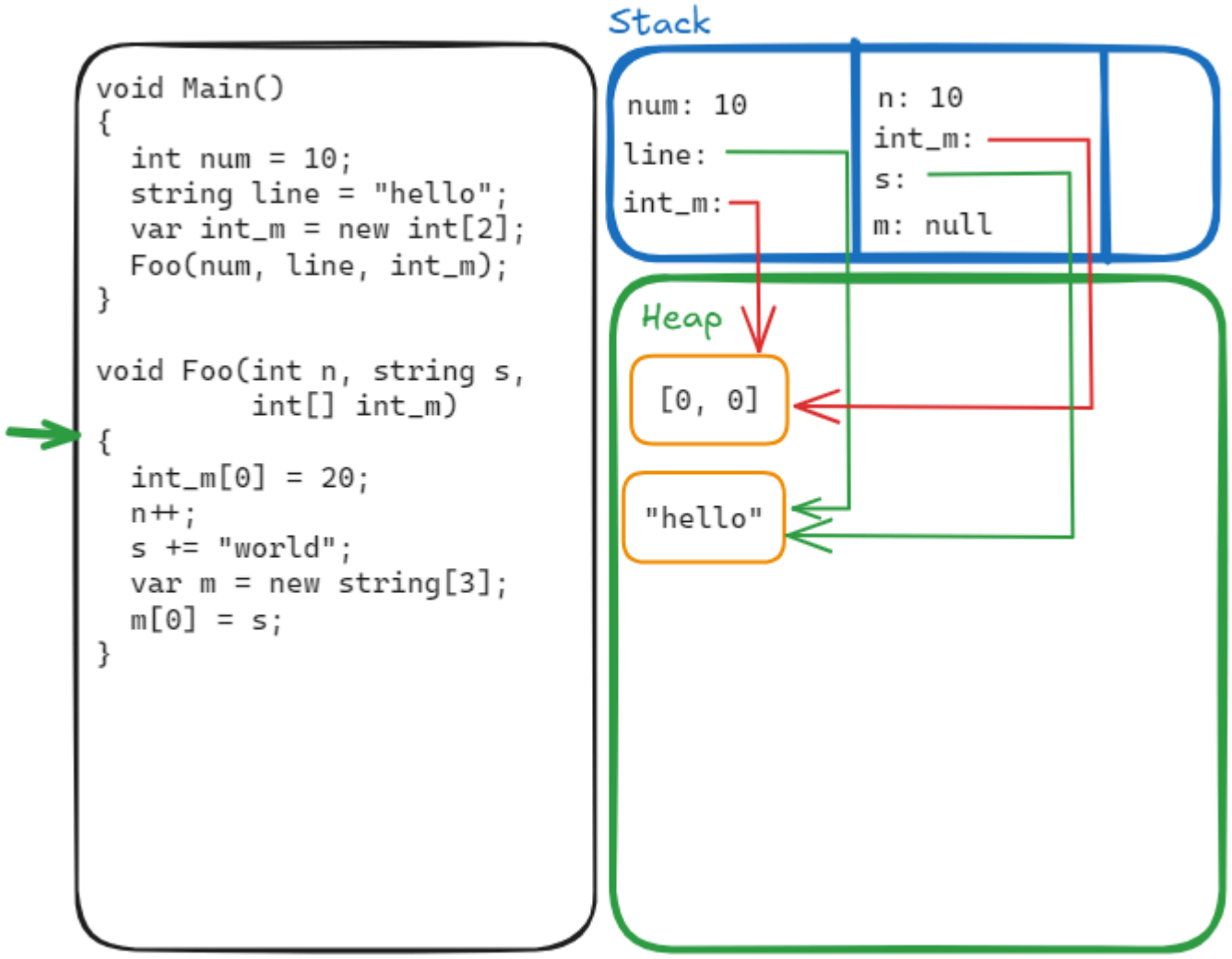
Пример:

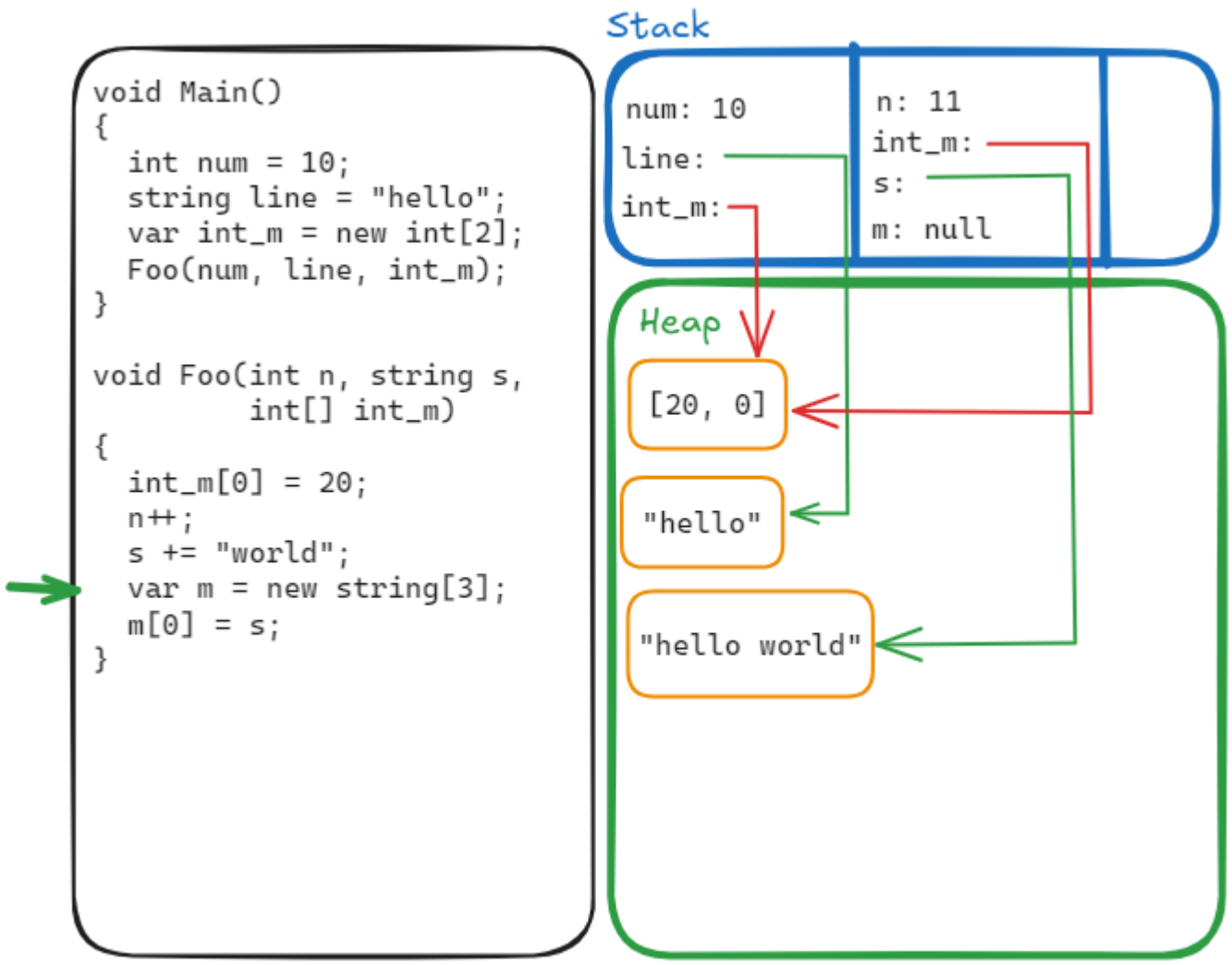
```
Console.Write("Введите число: ");
string line = Console.ReadLine();

if (int.TryParse(line, out int value))
{
    Console.WriteLine($"Введено: {value}, удвоенное значение: {value * 2}");
}
else
{
    Console.WriteLine("Ошибка: нужно ввести целое число.");
}
```

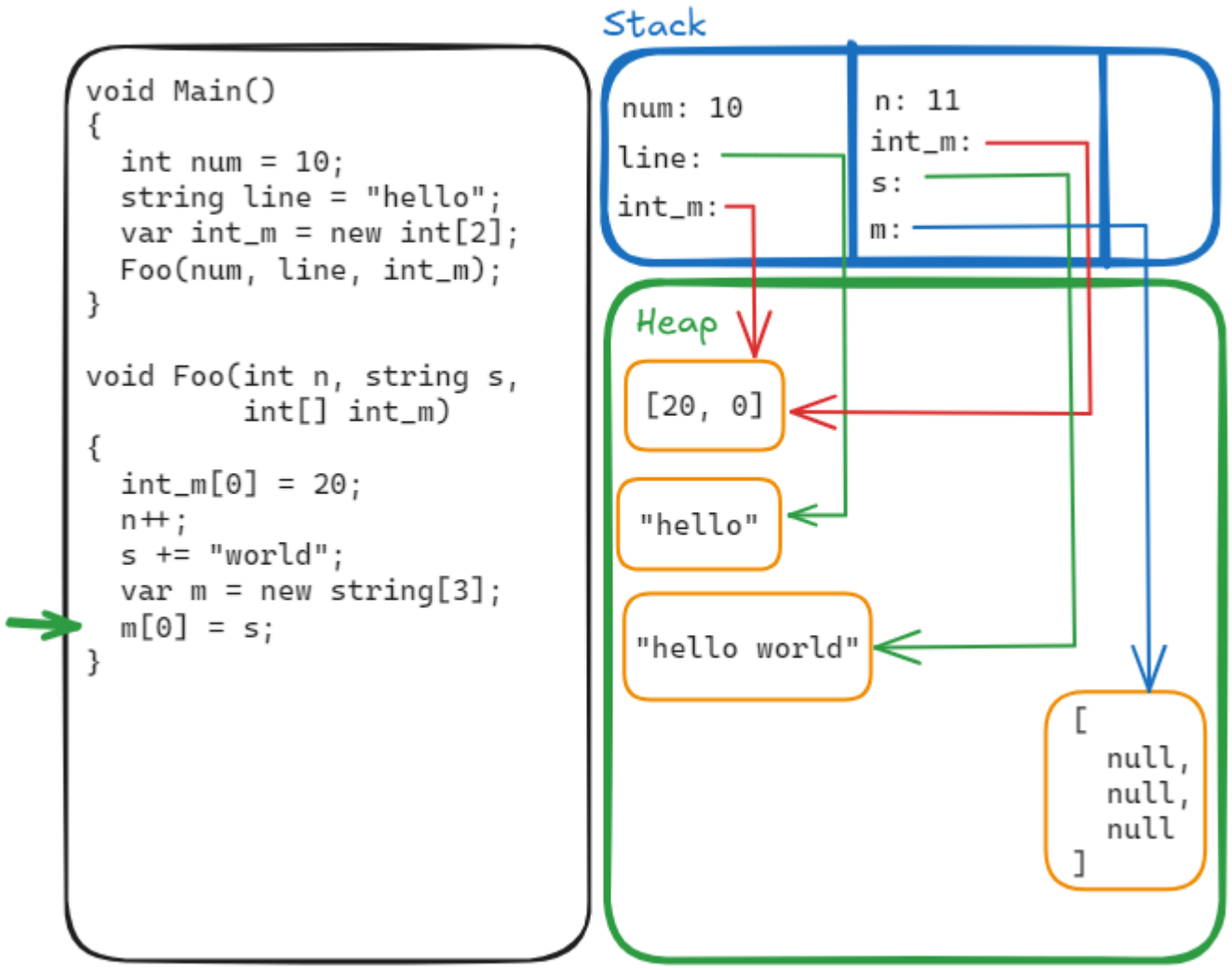
4. Пример

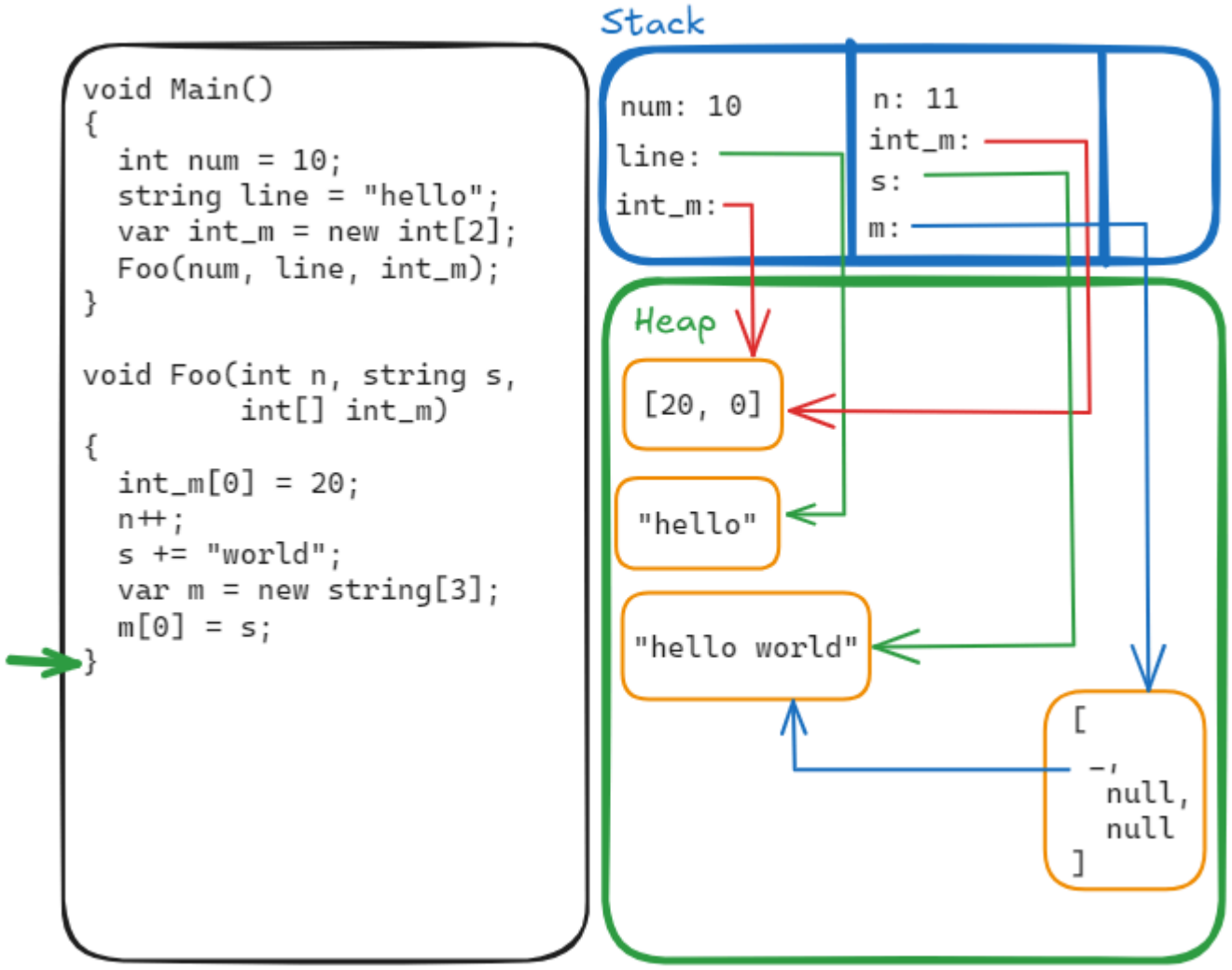

void Main()
{
int num = 10;
string line = "hello";
var int_m = new int[2];
Foo(num, line, int_m);
}
void Foo(int n, string s,
int[] int_m)
{
int_m[0] = 20;
n++;
s += "world";
var m = new string[3];
m[0] = s;
}
Stack
num: 0
line: null
int_m: null
Heap

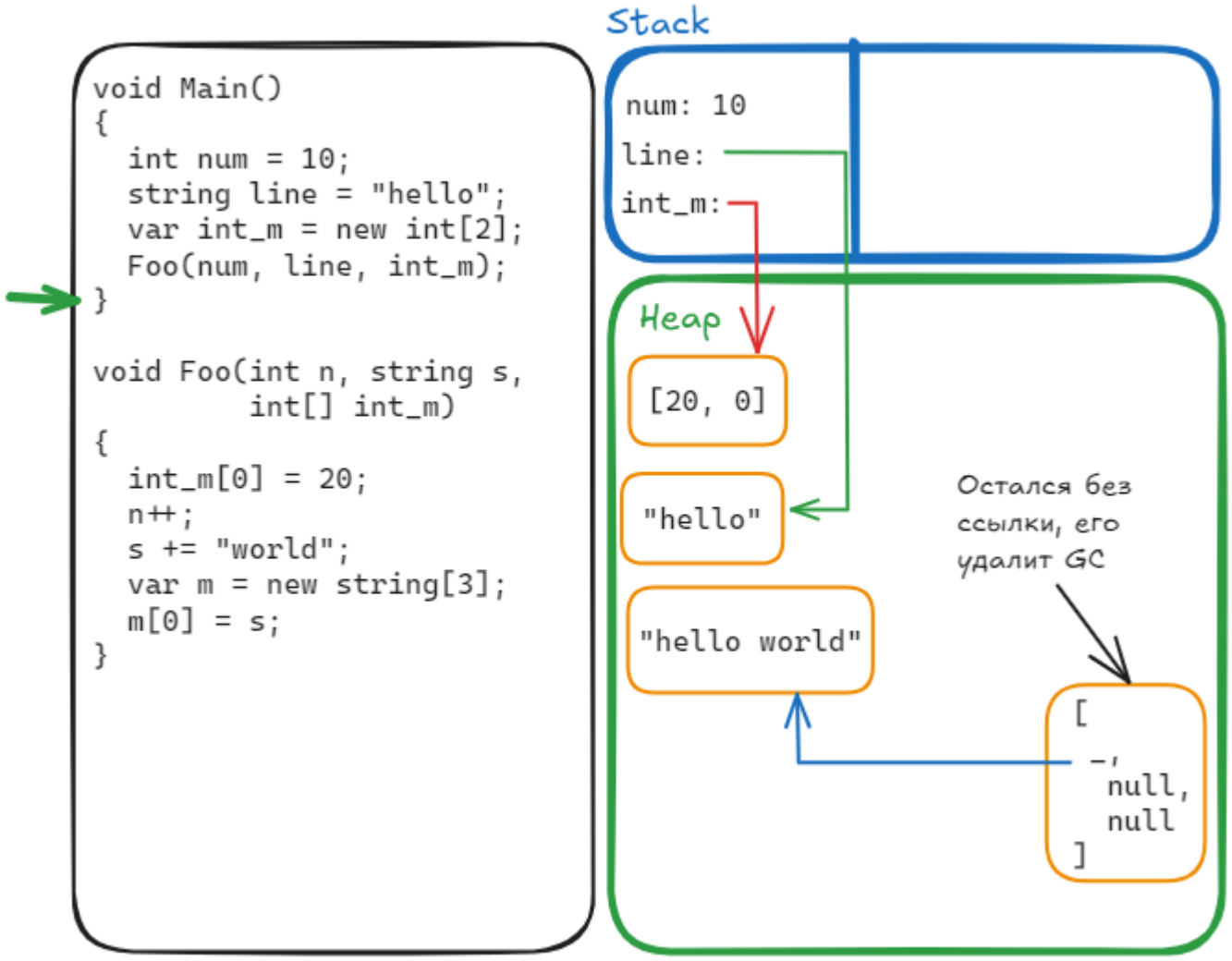

void Main()
{
int num = 10;
string line = "hello";
var int_m = new int[2];
Foo(num, line, int_m);
}
void Foo(int n, string s,
int[] int_m)
{
int_m[0] = 20;
n++;
s += "world";
var m = new string[3];
m[0] = s;
}
num: 10
line:
int_m:
Heap
[0, 0]
"hello"

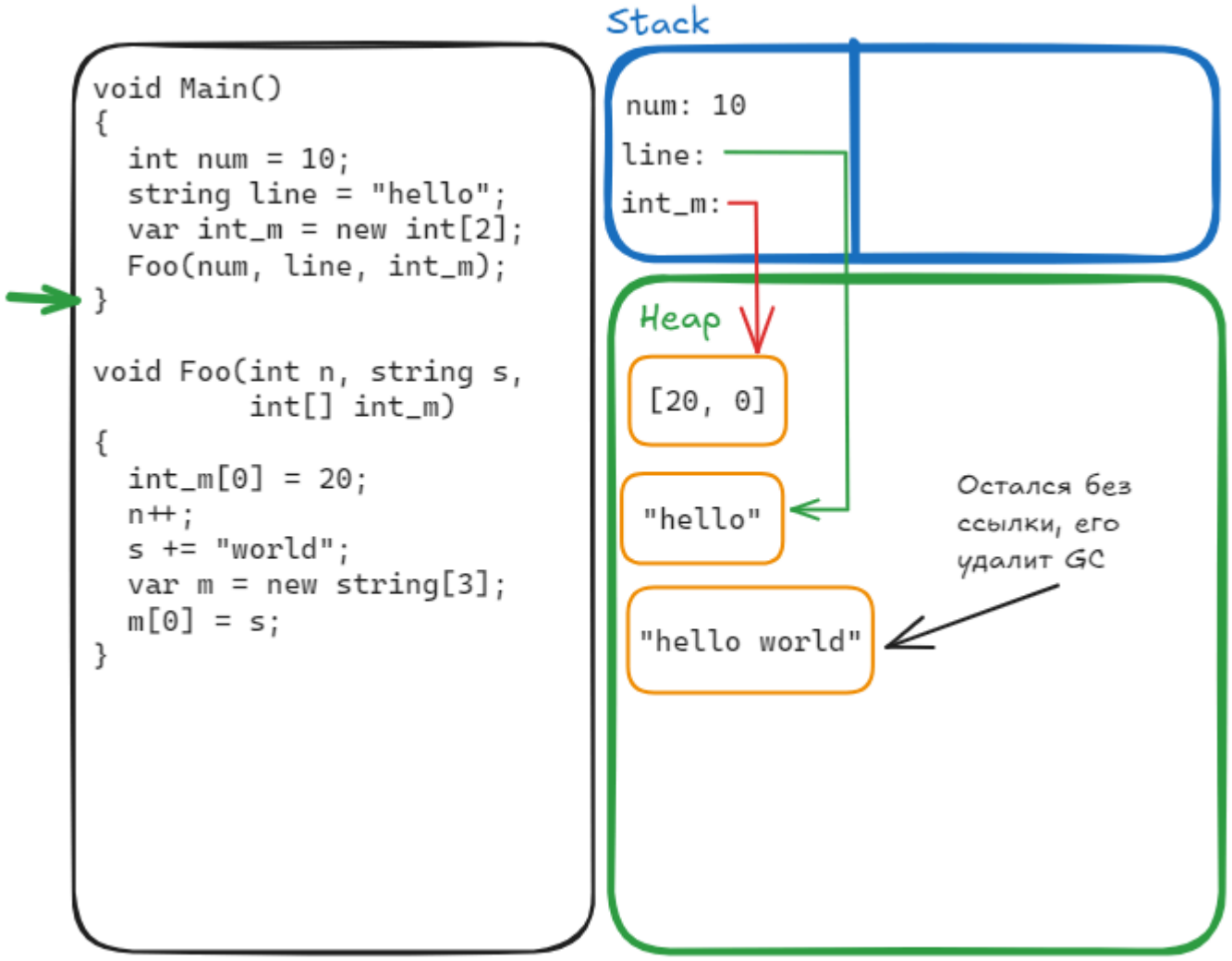

Stack
void Main()
{
int num = 10;
string line = "hello";
var int_m = new int[2];
Foo(num, line, int_m);
}
void Foo(int n, string s,
int[] int_m)
{
int_m[0] = 20;
n++;
s += "world";
var m = new string[3];
m[0] = s;
}
num: 10
line:
int_m:
n: 10
int_m:
s:
m: null
Heap
[0, 0]
"hello"

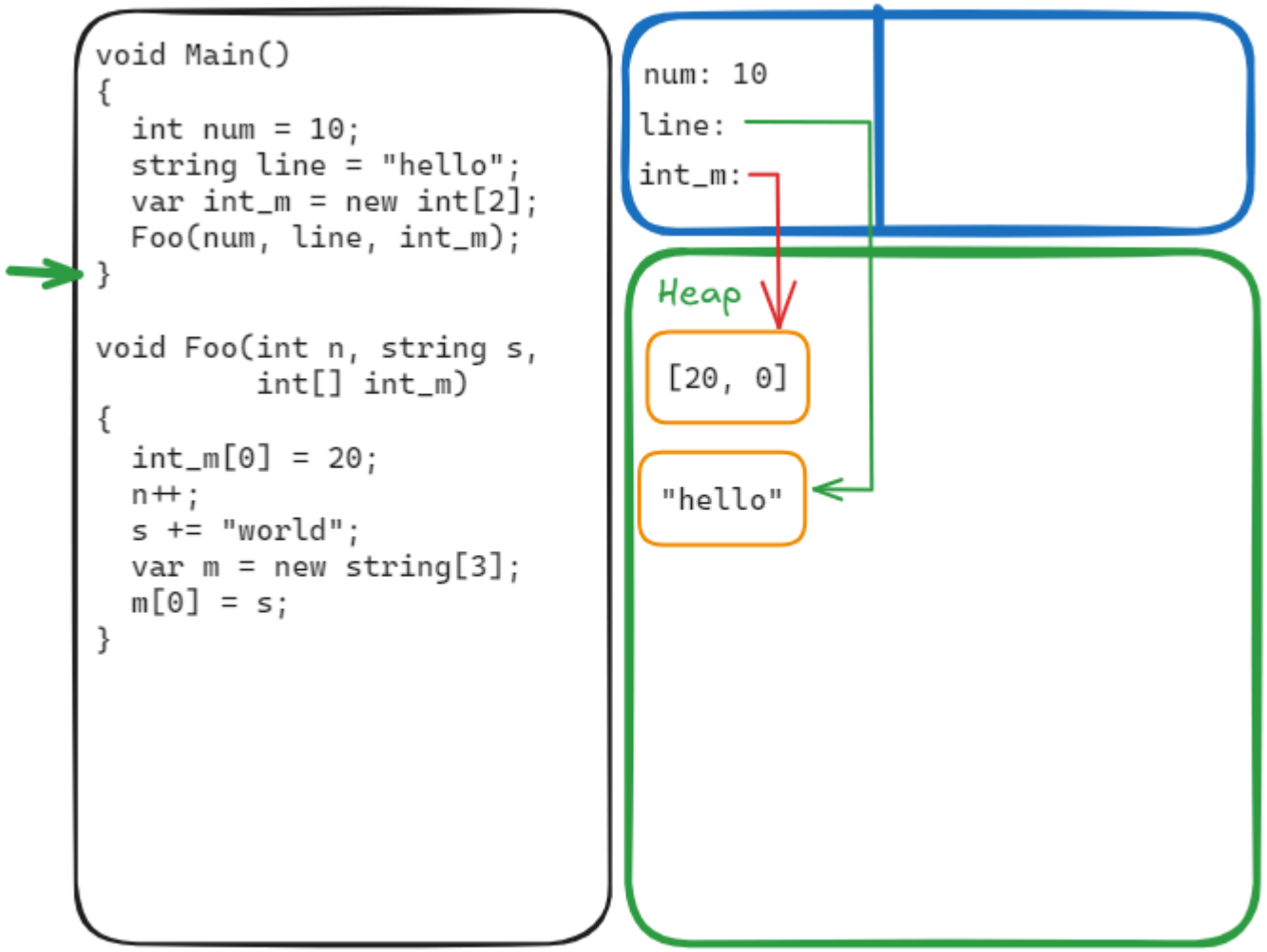

void Main()
{
int num = 10;
string line = "hello";
var int_m = new int[2];
Foo(num, line, int_m);
}
void Foo(int n, string s,
int[] int_m)
{
int_m[0] = 20;
n++;
s += "world";
var m = new string[3];
m[0] = s;
}
Stack
num: 10
line:
int_m:
n: 11
int_m:
s:
m: null
Heap
[20, 0]
"hello"
"hello world"


void Main()
{
int num = 10;
string line = "hello";
var int_m = new int[2];
Foo(num, line, int_m);
}
void Foo(int n, string s,
int[] int_m)
{
int_m[0] = 20;
n++;
s += "world";
var m = new string[3];
m[0] = s;
}
Stack
num: 10
line:
int_m:
n: 11
int_m:
s:
m:
Heap
[20, 0]
"hello"
"hello world"
[
null,
null,
null
]


void Main()
{
int num = 10;
string line = "hello";
var int_m = new int[2];
Foo(num, line, int_m);
}
void Foo(int n, string s,
int[] int_m)
{
int_m[0] = 20;
n++;
s += "world";
var m = new string[3];
m[0] = s;
}
Stack
num: 10
line:
int_m:
n: 11
int_m:
s:
m:
Heap
[20, 0]
"hello"
"hello world"
[
_,
null,
null
]


Stack
void Main()
{
int num = 10;
string line = "hello";
var int_m = new int[2];
Foo(num, line, int_m);
}
void Foo(int n, string s,
int[] int_m)
{
int_m[0] = 20;
n++;
s += "world";
var m = new string[3];
m[0] = s;
}
num: 10
line:
int_m:
Heap
[20, 0]
"hello"
"hello world"
Остался без ссылки, его удалит GC
[
-,
null,
null
]


Stack
void Main()
{
int num = 10;
string line = "hello";
var int_m = new int[2];
Foo(num, line, int_m);
}
void Foo(int n, string s,
int[] int_m)
{
int_m[0] = 20;
n++;
s += "world";
var m = new string[3];
m[0] = s;
}
num: 10
line:
int_m:
Heap
[20, 0]
"hello"
"hello world"
Остался без ссылки, его удалит GC


void Main()
{
int num = 10;
string line = "hello";
var int_m = new int[2];
Foo(num, line, int_m);
}
void Foo(int n, string s,
int[] int_m)
{
int_m[0] = 20;
n++;
s += "world";
var m = new string[3];
m[0] = s;
}
num: 10
line:
int_m:
Heap
[20, 0]
"hello"

Ссылки

- Как работают кодировки текста. Откуда появляются «кракозябры». Принципы кодирования. Обобщение и детальный разбор / Хабр
- Хороший сайт для изучения регулярных выражений на практике
- C# и .NET | Типы значений и ссылочные типы
- Пример: как хранятся данные в стеке и куче

Практическое задание

Что нужно сделать:

1. Продолжайте работу в проекте **TodoList**, созданном ранее.
2. Добавьте поддержку **флагов команд**.
   - **Флаг** — это специальный параметр в консольном приложении, который изменяет поведение команды.
   - Обычно флаги начинаются с двух дефисов (`--flag`) или имеют короткую форму с одним дефисом (`-f`), короткие формы можно комбинировать (`-i -s` или `-is`).
   - Пример:

     ```
     add --multiline
     view -is
     ```

3. **Команда** `add`
   - Оставьте существующий режим (однострочный ввод).
   - Добавьте **многострочный режим** с флагами `--multiline` или `-m` .
   - При его активации:
     - Пользователь вводит строки задач в формате:

       ```
       > строка 1
       > строка 2
       ...
       ```

     - Ввод продолжается, пока не введена строка `!end` .
     - После этого задача сохраняется в массив как единый текст (объединение строк через `\n`).
4. **Команда** `view`

   Добавьте поддержку флагов для гибкого отображения, флаги можно комбинировать:
   - `--index` , `-i` — показывать индекс задачи.
   - `--status` , `-s` — показывать статус задачи.

- `--update-date`, `-d` — выводить дату последнего изменения.
- `--all`, `-a` — выводить все данные одновременно.
  По умолчанию (без флагов) показывается только текст задачи.
- Реализуйте вывод **в виде таблицы**:
  - Колонки выравниваются по ширине.
  - В колонке с текстом задачи показывайте **только первые 30 символов**, остальное заменяйте на `...`.

5. **Команда `read <idx>`**
   - Добавьте новую команду для просмотра **полного текста задачи**.
   - Выводите:
     - Полный текст задачи (без обрезки).
     - Статус (`выполнена` / `не выполнена`).
     - Дату последнего изменения.
6. Обновите вывод команды `help`.
7. Для парсинга команд используйте:
   - Методы строк (`Split`, `StartsWith`, `Contains` и т.д.),
   - Либо регулярные выражения (`Regex`).
8. Используйте `TryParse` для перевода строк в числа.
9. Добавьте проверку на `null` везде, где это необходимо.
10. Каждую команду оформите **отдельным методом**.
11. После реализации протестируйте:
    - добавьте задачи в обоих режимах (`add` и `add --multi-line`),
    - выведите их через разные флаги `view`,
    - проверьте корректность работы `read`.
12. Сделайте коммиты после **каждого изменения**. Один большой коммит будет оцениваться в два раза ниже.
13. Обновите **README.md** — добавьте описание новых возможностей программы.
14. Сделайте push изменений в GitHub.