

Теория типов и типизация в .NET

© Учебный Центр безопасности информационных технологий Microsoft
Московского инженерно-физического института (государственного университета), 2003

Содержание лекции

1. Неформальное и формальное определения типов
2. Преимущества теорий с типами
3. Классификация систем типизации
4. Система типов (Common Type System, CTS) в .NET
5. Базисные типы языка SML и их отображение в CTS
6. Базисные типы языка C# и их отображение в CTS
7. Типы-значения и ссылочные типы; механизм (un)boxing
8. Пространства имен
9. Преобразования типов в .NET
10. Библиография

Важнейшие работы в области типизации

1960-е – Р. Хиндли (Roger Hindley) исследовал типизацию в комбинаторной логике для моделирования языков функционального программирования со строгой типизацией

1969 – Р. Хиндли исследовал полиморфные системы типов

1978 – Р. Милнер (Robin Milner) предложил расширенную систему полиморфной типизации для ML

Общие сведения о типизации

Тип (сорт) – относительно устойчивая и независимая совокупность элементов, которую можно выделить во всем рассматриваемом множестве (предметной области).

Задать тип T (как и любое множество) возможно:

- 1) явным перечислением элементов;
- 2) формализацией общих свойств элементов предметной области $d \in D$ посредством *индивидуализирующей* предикатной *функции* Ψ , значение которой истинно, если элемент принадлежит данному типу и ложно в противном случае: $T = \{d: D | \Psi\}$

Типы в математике (1)

Чистой системой типов называется семейство лямбда-исчислений, в которых каждый элемент характеризуется тройкой $\langle S, A, R \rangle$, где:

S – подмножество констант, называемых сортами;

A – множество аксиом вида $c:s$, где c -константа, s -сорт;

R – множество троек сортов, определяющих возможные функциональные пространства и их сорта для системы

Приписывание лямбда-терму M *типа* T обозначим как $\#M \mid\text{---} T$ (читается: «лямбда-терм M имеет тип T »)

Типы в математике (2)

Система типов формируется следующим образом:

- 1) задается множество *базисных* типов $\delta_1, \delta_2, \dots$;
- 2) всякий базисный тип считается типом;
- 3) если a и b считаются типами, то функция из a в b считается типом и имеет тип $a \rightarrow b$.

В основе теории типов лежит принцип *иерархичности*:
производные типы содержат базисные как подмножества.

Это справедливо и для языков программирования
(аналогично строятся иерархии классов в ООП).

Преимущества типизации

Модель предметной области лучше структурирована, существует иерархия сортов элементов

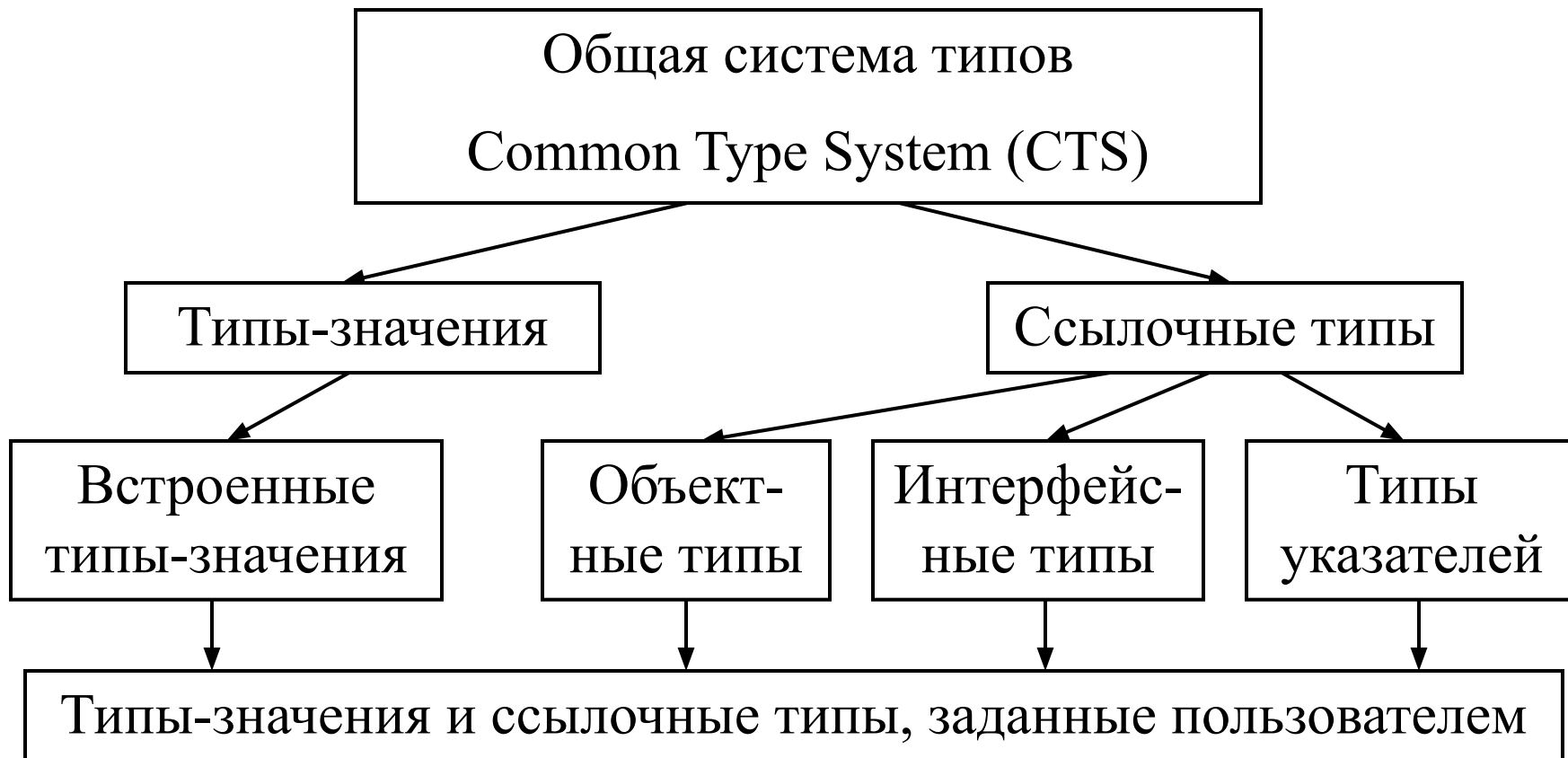
Манипулирование элементами более целенаправленно, разнородные элементы обрабатываются различным образом, однородные - единообразно

В случае строгой типизации несоответствия типов фиксируются до выполнения программы, гарантируя отсутствие смысловых ошибок и безопасность кода

Классификация систем типизации

1. Строгая
2. Сильная
3. Слабая
4. Полиморфная
5. С контролем соответствия типов
во время компиляции
6. С контролем соответствия типов
во время выполнения

Иерархия типов в .NET



Управление типами в CTS

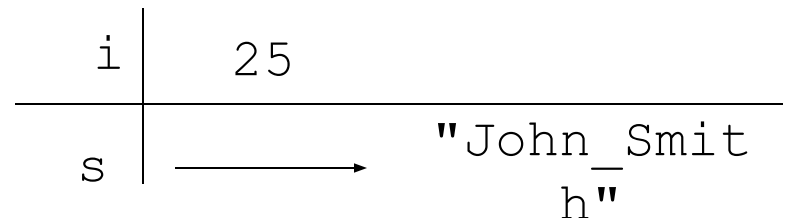
- Типы могут использоваться после инициализации (с учетом метода вызова, свойств `get` и `set` и т.д.)
- Над типами могут совершаться преобразования (как явным, так и неявным образом)
- Типы объединяются в совокупности (пространства имен, файлы, сборки)
- Важнейшими подкатегориями системы типизации в .NET являются ссылочные типы (`reference type`) и типы-значения (`value type`)

Ссылочные типы и типы-значения в .NET и C# (1)

- Типы-значения:
 - непосредственно содержат объекты данных;
 - не могут быть пустыми (null)
- Ссылочные типы:
 - содержат ссылки на объекты данных;
 - могут быть пустыми (null)

Пример:

```
int i = 25;  
string s = "John_Smith";
```



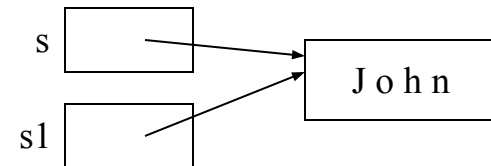
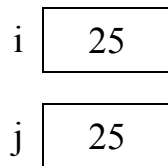
Ссылочные типы и типы-значения в .NET и C# (2)

- Типы-значения:
 - элементарные: `int i; float x;`
 - перечислимые: `enum State { Off, On }`
 - структурные: `struct Point {int x, y;}`
- Ссылочные типы:
 - корневые: `object`
 - строковые: `string`
 - классы: `class Foo: Bar, IFoo {...}`
 - интерфейсы: `interface IFoo: IBar {...}`
 - массивы: `string[] a = new string[10];`
 - делегаты: `delegate void Empty();`

Сопоставление ссылочных типов и типов-значений

Типы-значения	Ссылочные типы
Переменная содержит	значение ссылку на значение
Переменная хранится	в стеке в куче
Значение по умолчанию	0, false, '\0' null
Оператор присваивания	копирует значение копирует ссылку

Пример `int i = 25; string s = "John";`
`int j = i; string s1 = s;`



Современные языки программирования и .NET: II семестр

Лекция 6: Теория типов и типизация в .NET

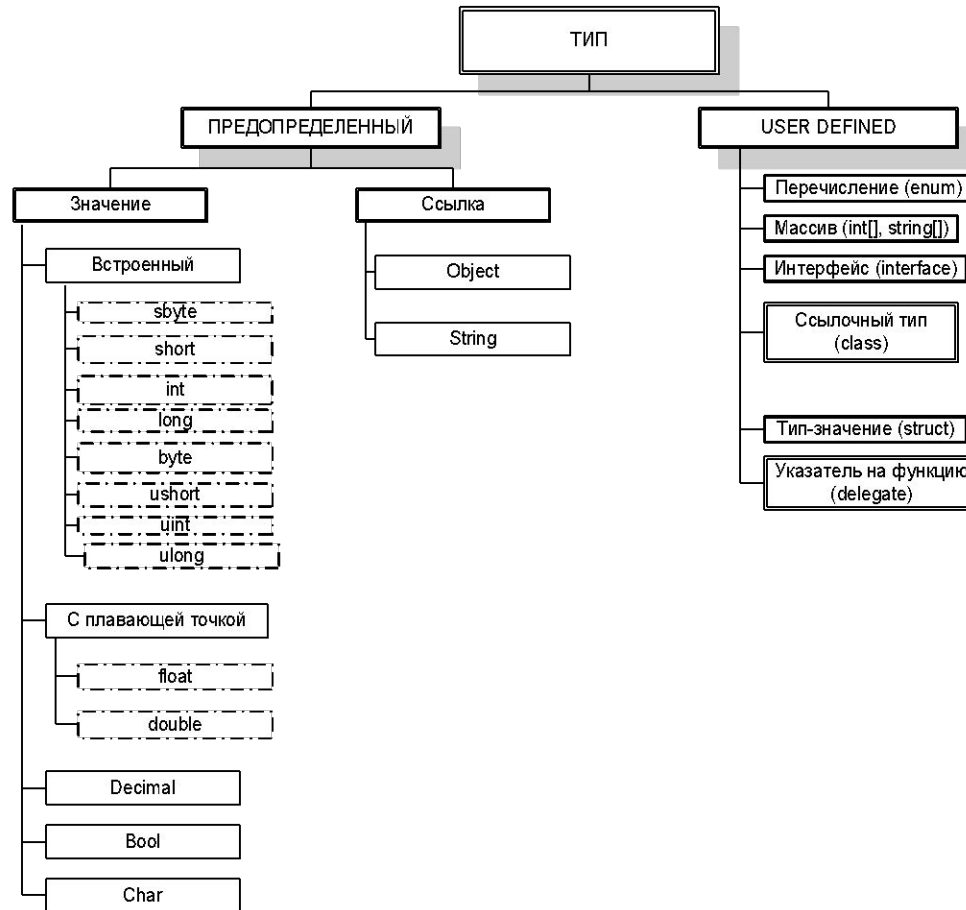
Элементарные типы языка C# (в сопоставлении с языком SML)

C#	CTS	SML	Диапазон
sbyte	System.SByte	---	-128 .. 127
byte	System.Byte	byte	0 .. 255
short	System.Int16	int	-32768 .. 32767
ushort	System.UInt16	word	0 .. 65535
long	System.Int64	---	$-2^{63} .. 2^{63}-1$
float	System.Single	real	$\pm 1.5E-45 .. \pm 3.4E38$ (32 Bit)
double	System.Double	---	$\pm 5E-324 .. \pm 1.7E308$ (64 Bit)
decimal	System.Decimal	---	$\pm 1E-28 .. \pm 7.9E28$ (128 Bit)
bool	System.Boolean	bool	true, false
char	System.Char	char	СИМВОЛ (в коде unicode)

© Учебный Центр безопасности информационных технологий Microsoft

Московского инженерно-физического института (государственного университета), 2003

Иерархия типов языка C# (фрагмент)



Соглашения о преобразовании типов в .NET

- Неявные преобразования (происходят автоматически, всегда успешно завершаются, без потери точности)
- Явные преобразования (требуют вызова, могут завершаться ошибкой, а также приводить к потере точности)
- Оба типа преобразований могут быть инициированы пользователем

```
int x = 25;  
long y = x;           // неявное  
short z = (short)x;  // явное  
double d = 3.141592536;  
float f = (float)d;   // явное  
long l = (long)d;     // явное
```

© Учебный Центр безопасности информационных технологий Microsoft

Московского инженерно-физического института (государственного университета), 2003

Пространства имен в .NET (1)

- Пространство имен (namespace) предоставляет средства уникальной идентификации типа
- Дает возможность логически структурировать систему типов
- Пространства имен могут объединять сборки
- Пространства имен могут быть вложенными
- Между пространствами имен и файлами нет однозначного соответствия
- Полное имя типа содержит все пространства имен

Пространства имен в .NET (2)

Пример описания пространств имен
(в комментариях приведены полные имена):

```
namespace N1 {           // N1
    class C1 {           // N1.C1
        class C2 {       // N1.C1.C2
        }
    }
}
namespace N2 {           // N1.N2
    class C2 {           // N1.N2.C2
    }
}
}
```

Пространства имен в .NET (3)

- Оператор `using`:
- позволяет использовать типы без указания полного имени;
- МОЖЕТ использоваться с полным именем;
- также используется для указания альтернативных имен (*alias*).

```
using N1;
C1 a;           // Имя N1. является неявным
N1.C1 b;       // Полное имя
C2 c;          // Ошибка: имя C2 не определено
N1.N2.C2 d;    // Один из (под)классов C2
C1.C2 e;       // Еще один из (под)классов C2

using C1 = N1.N2.C1;
using N2 = N1.N2;
C1 a;          // Соответствует имени N1.N2.C1
N2.C1 b;       // Соответствует имени N1.N2.C1
```

© Учебный Центр безопасности информационных технологий Microsoft

Московского инженерно-физического института (государственного университета), 2003

Пространства имен и ссылки

- В Visual Studio для проекта могут быть указаны ссылки
- Каждая ссылка идентифицирует уникальную сборку
- Передается C# компилятору по ссылке (/r или /reference)
`csc HelloWorld.cs /reference:System.Windows.dll`
- Пространства имен дают возможность сокращенного именованя на уровне языка программирования
 - (устраняют необходимость многократного повторения полного имени)
- Ссылки указывают на сборку для использования в проекте

Преимущества типизации на платформе .NET

1. Использование централизованной, унифицированной системы типизации Common Type System (CTS)
2. Строгое соответствие между примитивными типами языков программирования и базовыми классами .NET; встроенная поддержка примитивных типов большинством компиляторов для .NET
3. Явное разделение на *ссылочные типы* (используются через указатель; централизованно хранятся и освобождаются) и *типы-значения* (не участвуют в наследовании; при присваивании значения копируются)
4. Гибкий и надежный механизм преобразования типов-значений в ссылочные (*boxing*) и обратно (*unboxing*)

Библиография

1. Curry H.B., Feys R. Combinatory logic, vol.I, North Holland, Amsterdam, 1958
2. Hindley J.R., Seldin J.P. Introduction to combinators and λ -calculus. London Mathematical Society Student Texts, 1, Cambridge University Press, 1986
3. Milner R. A theory of type polymorphism in programming languages. Journal of Computer and System Science, 17(3):348-375, 1978
4. Hindley J.R. The principal type-scheme of an object in combinatory logic. Trans. Amer. Math. Soc., 146:29-60, 1969