Ingegneria del software L-A

Introduzione al
Framework .NET

Framework .NET

- È un ambiente di esecuzione (*runtime environment*)
- Semplifica lo sviluppo e il *deployment*
- Aumenta l'affidabilità del codice
- Unifica il modello di programmazione
- È completamente indipendente da COM (*Component Object Model*)
- È fortemente integrato con COM

Sviluppo semplificato

- Ambiente *object-oriented*
  - Qualsiasi entità è un oggetto
  - Classi ed ereditarietà pienamente supportati
  - Anche tra linguaggi diversi
- Riduzione errori comuni di programmazione
  - Linguaggi fortemente tipizzati – ***Type Checker***
  - Errori non gestiti – generazione di eccezioni
  - Meno *memory leak* – ***Garbage Collector***

Indipendenza dalla piattaforma

- .NET è un'implementazione di CLI
  - *Common Language Infrastructure*
- CLI e il linguaggio C# sono standard ECMA
  - ECMA-334 (C#), ECMA-335 (CLI)
- Esistono altre implementazioni di CLI:
  - **SSCLI** (Shared Source CLI by Microsoft, per Windows, FreeBSD e Macintosh) - **Rotor**
  - **Mono** (per Linux)
  - **DotGNU**
  - **Intel OCL** (Open CLI Library)
  - …

Standard ECMA-335

- Defines the Common Language Infrastructure (CLI) in which applications written in **multiple high level languages** may be executed in **different system environments** without the need to rewrite the application to take into consideration the unique characteristics of those environments
- CLI is a **runtime environment**, with:
  - a file format
  - a common type system
  - an extensible metadata system
  - an intermediate language
  - access to the underlying platform
  - a factored base class library

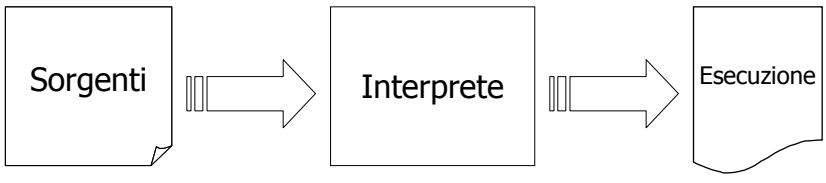
Piattaforma multi-linguaggio

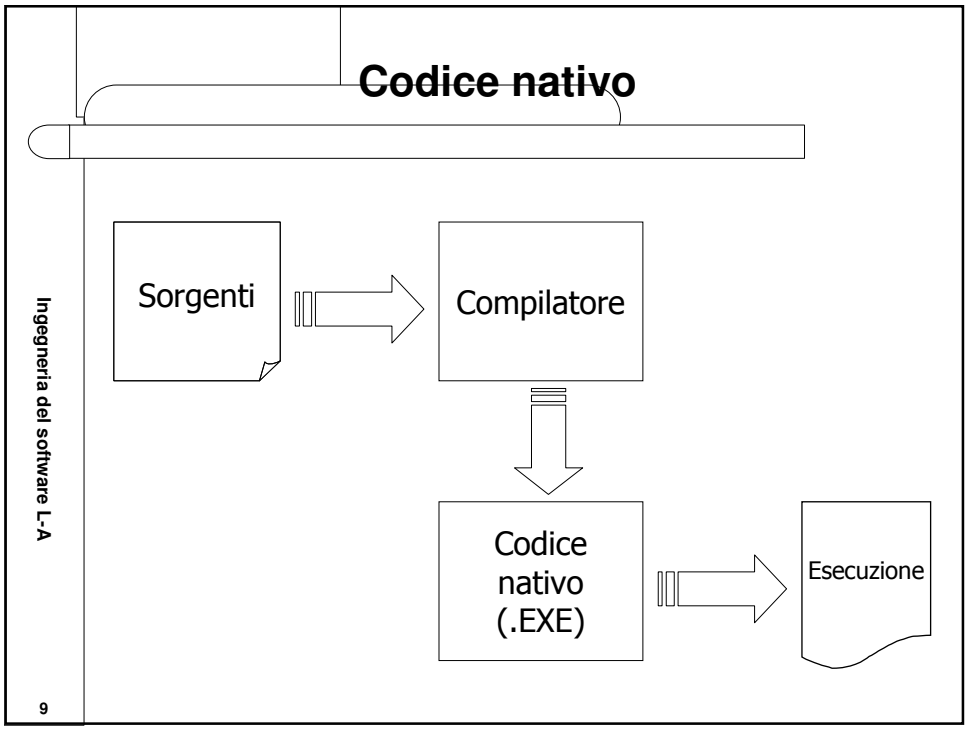
- Libertà di scelta del linguaggio
  - Tutte le funzionalità del *framework* .NET sono disponibili a tutti i linguaggi .NET
  - I componenti di un'applicazione possono essere scritti con diversi linguaggi
- Impatto sui tool
  - Tool disponibili per tutti i linguaggi: Debugger, Profiler, ecc.

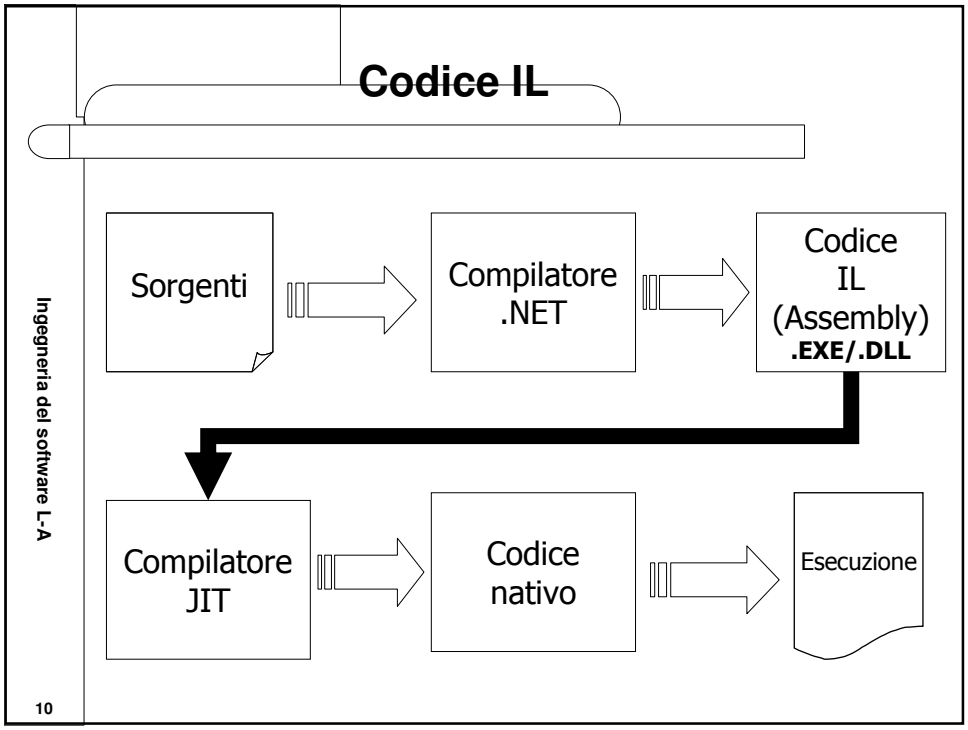
Framework .NET

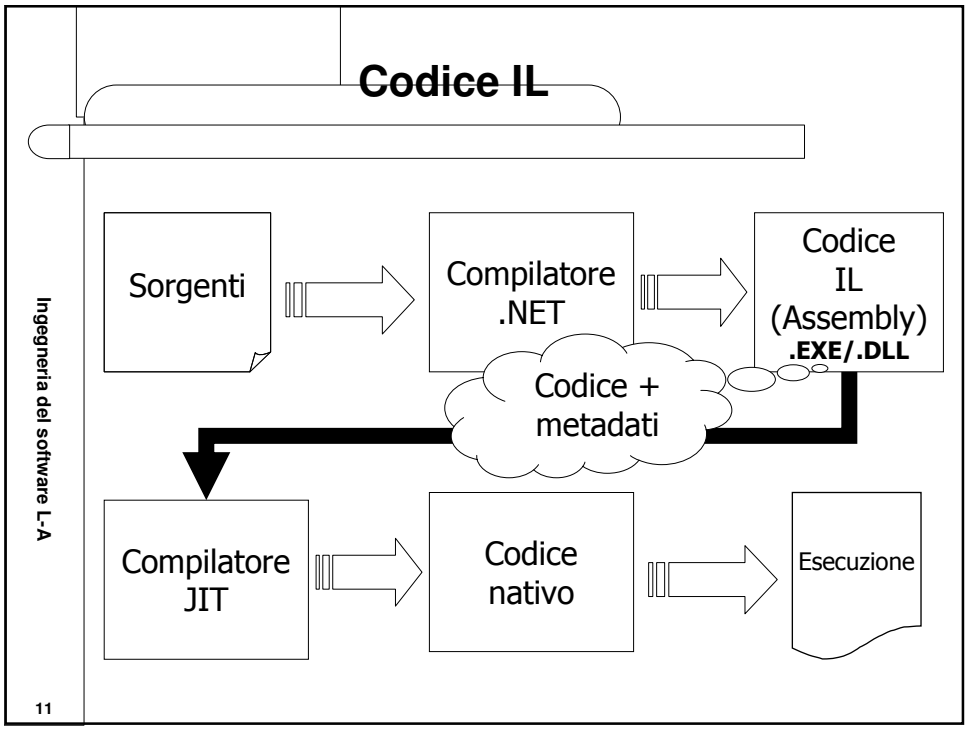
- Concetti chiave:
  - (Microsoft) ***Intermediate Language*** - (MS)**IL**
  - ***Common Language Runtime*** - **CLR**
    ambiente di esecuzione *runtime* per le applicazioni .NET
    il codice che viene eseguito sotto il suo controllo si dice **codice gestito** (*managed*)
  - ***Common Type System*** - **CTS**
    tipi di dato supportati dal *framework* .NET
    consente di fornire un modello di programmazione unificato
  - ***Common Language Specification*** - **CLS**
    regole che i linguaggi di programmazione devono seguire per essere interoperabili all'interno del *framework* .NET
    sottoinsieme di CTS

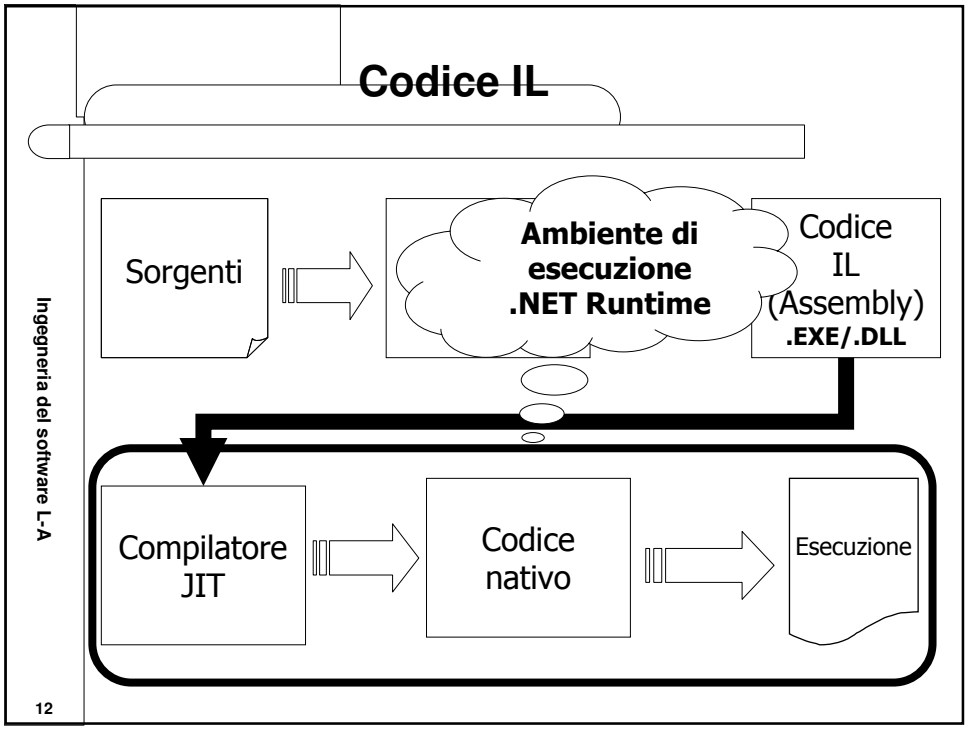
Codice interpretato




Codice nativo
Sorgenti
Compilatore
Codice
nativo
(.EXE)
Esecuzione
Ingegneria del software L-A
9


Codice IL
Sorgenti
Compilatore
.NET
Codice
IL
(Assembly)
.EXE/.DLL
Compilatore
JIT
Codice
nativo
Esecuzione
Ingegneria del software L-A
10

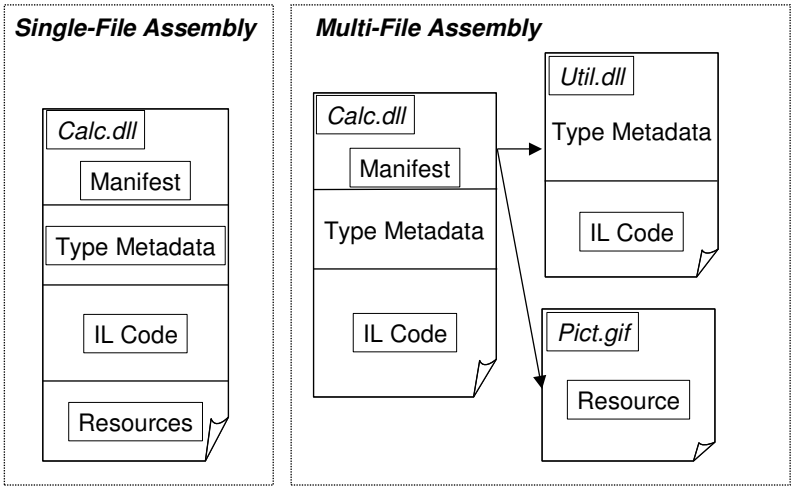

Codice IL
Sorgenti
Compilatore .NET
Codice IL (Assembly) .EXE/.DLL
Codice + metadati
Compilatore JIT
Codice nativo
Esecuzione
Ingegneria del software L-A
11


Codice IL
Sorgenti
Ambiente di esecuzione .NET Runtime
Codice IL (Assembly) .EXE/.DLL
Compilatore JIT
Codice nativo
Esecuzione
Ingegneria del software L-A
12

Assembly

- Unità minima per la distribuzione, il versioning e la security
  - 1+ file
- ***Manifest***
  - Metadati che descrivono l'assembly stesso
- ***Type metadata***
  - Metadati che descrivono completamente tutti i tipi contenuti nell'assembly
- **Codice in *Intermediate Language***
  - Ottenuto da un qualsiasi linguaggio di programmazione
- **Risorse**
  - Immagini, icone, …

Assembly



Assembly

```
.assembly Hello { }
.assembly extern mscorlib { }
.method public static void main()
{
  .entrypoint
  ldstr "Hello IL World!"
  call void [mscorlib]System.Console::WriteLine
   (class System.String)
  ret
}


ilasm helloil.il
```


Assembly

- **Assembly privati**
  - Utilizzati da un'applicazione specifica
  - *Directory* applicazione (e *sub-directory*)
- **Assembly condivisi**
  - Utilizzati da più applicazioni
  - ***Global Assembly Cache*** (**GAC**)
  - c:\windows\assembly
- **Assembly scaricati da URL**
  - *Download cache*
  - c:\windows\assembly\download
- GACUTIL.EXE
  - *Tool* per esaminare GAC e *download cache*

Deployment semplificato

- Installazione senza effetti collaterali
  - Applicazioni e componenti possono essere
    - condivisi o
    - privati
- Esecuzione *side-by-side*
  - Diverse versioni dello stesso componente possono coesistere, anche nello stesso processo

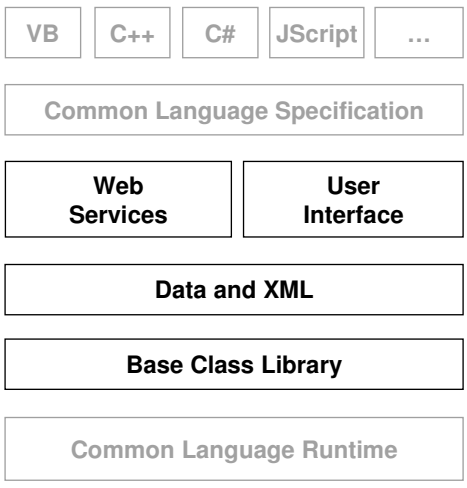
Metadati

- Descrizione dell'assembly - Manifest
  - Identità: nome, versione, cultura [, public key]
  - Lista dei file che compongono l'assembly
  - Riferimenti ad altri assembly da cui si dipende
  - Permessi necessari per l'esecuzione
- Descrizione dei tipi contenuti nell'assembly
  - Nome, visibilità, classe base, interfacce
  - Campi, metodi, proprietà, eventi, …
- Attributi
  - Definiti dal compilatore
  - Definiti dal framework
  - Definiti dall'utente

Tool che usano i metadati

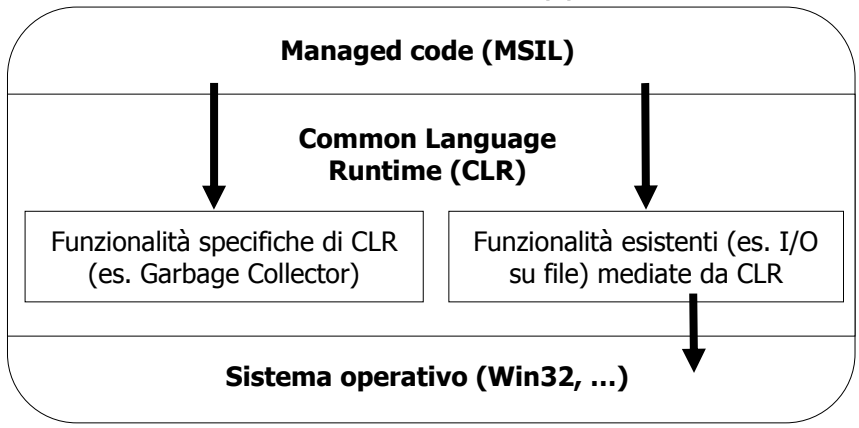
- Compilatori
  - Compilazione condizionale
- Ambienti RAD
  - Informazioni sulle proprietà dei componenti
    - Categoria
    - Descrizione
  - Editor personalizzati di tipi di proprietà
- Analisi dei tipi e del codice
  - Intellisense
  - ILDASM
  - Anakrino, Reflector

Common Language Runtime

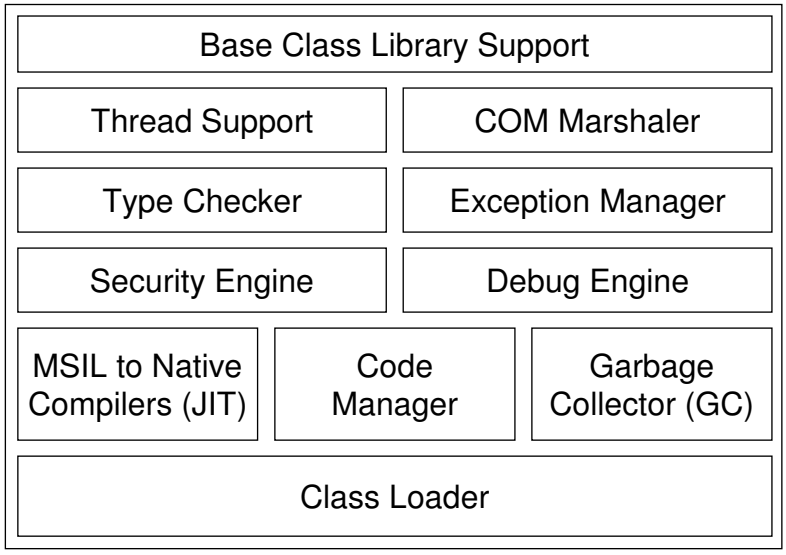


Common Language Runtime

- IL CLR offre vari servizi alle applicazioni



Common Language Runtime



Sicurezza e affidabilità del codice

- Separazione spazi di memoria in un processo con **`AppDomain`**
- Controllo del codice e sicurezza dei tipi
  - *Cast* non sicuri
  - Variabili non inizializzate
  - Accessi ad *array* oltre i limiti di allocazione

Garbage Collector

- *Garbage Collector* per tutti gli oggetti .NET
- Gestione del ciclo di vita degli oggetti
- Gli oggetti vengono distrutti automaticamente quando non sono più referenziati
- A differenza di COM, non ci si basa sul *Reference Counting*
  - Maggiore velocità di allocazione
  - Consentiti i riferimenti circolari
  - Perdita della distruzione deterministica
- Algoritmo *Mark-and-Compact*

Garbage Collector e distruzione deterministica

- In alcuni casi serve un comportamento di finalizzazione deterministica
  - Riferimenti a oggetti non gestiti
  - Utilizzo di risorse che devono essere rilasciate appena termina il loro utilizzo
- Non è possibile utilizzare il metodo **`Finalize`** (in C# il distruttore), in quanto non è richiamabile direttamente
- È necessario implementare l'interfaccia **`IDisposable`**

Gestione delle eccezioni

- Un'eccezione è
  - Una condizione di errore
  - Un comportamento inaspettato

  incontrato durante l'esecuzione del programma
- Un'eccezione può essere generata dal
  - Codice del programma in esecuzione
  - Ambiente di *runtime*
- In CLR, un'eccezione è un oggetto che eredita dalla classe **`System.Exception`**
- Gestione uniforme - elimina
  - Codici **`HRESULT`** di COM
  - Codici di errore Win32
  - …

Gestione delle eccezioni

- Concetti universali
  - Lanciare un'eccezione (**`throw`**)
  - Catturare un'eccezione (**`catch`**)
  - Eseguire codice di uscita da un blocco controllato (**`finally`**)
- Disponibile in tutti i linguaggi .NET con sintassi diverse

Altri servizi del CLR

- ***Reflection***
  - Analisi dei metadati di un assembly
  - Generazione di un assembly dinamico
- ***Remoting***
  - Chiamata di componenti remoti (.NET)
- **Interoperabilità** (COM, *Platform Invoke*)

Reflection

- È possibile interrogare un assembly caricato in memoria
  - Tipi (classi, interfacce, enumeratori, etc.)
  - Membri (attributi, proprietà, metodi, etc.)
  - Parametri
- È possibile forzare il caricamento in memoria di un assembly con i metodi **`Load`**/**`LoadFrom`**

Common Type System

- Tipi di dato supportati dal *framework* .NET
  - Alla base di tutti i linguaggi .NET
- Consente di fornire un modello di programmazione unificato
- Progettato per linguaggi object-oriented, procedurali e funzionali
  - Esaminate caratteristiche di 20 linguaggi
  - Tutte le funzionalità disponibili con IL
  - Ogni linguaggio utilizza alcune caratteristiche
- Common Language Specification
  - Regole di compatibilità tra linguaggi
  - Sottoinsieme di CTS

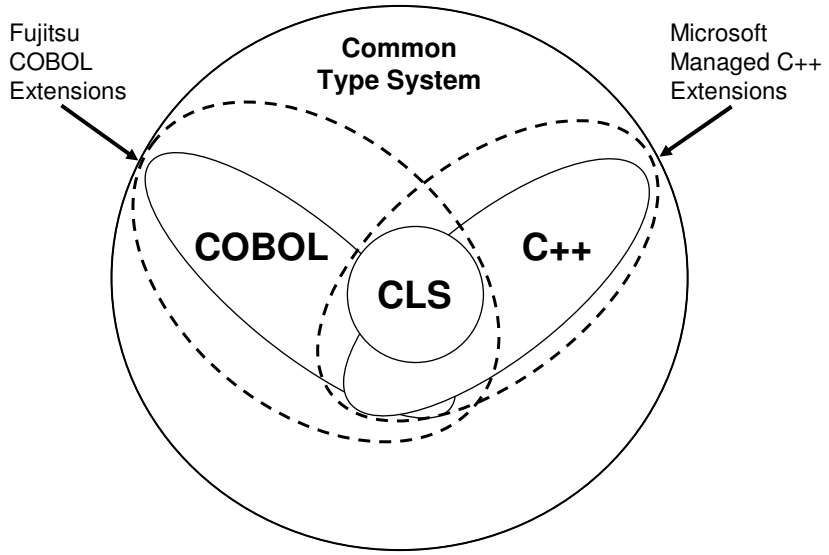
Common Type System

- Alla base di tutto ci sono i tipi:
  classi, **strutture**, **interfacce**, **enumerativi**, **delegati**
- Fortemente tipizzato (*compile-time*)
- *Object-oriented*
  - Campi, metodi, tipi nidificati, proprietà, ...
- *Overload* di funzioni (*compile-time*)
- Invocazione metodi virtuali risolta a *run-time*
- Ereditarietà singola di implementazione
- Ereditarietà multipla di interfacce
- Gestione strutturata delle eccezioni

Common Language Specification

- Regole per gli identificatori
  - Unicode, *case-sensitivity*
  - *Keyword*
- Regole di *overload* più restrittive
- Nessun puntatore *unmanaged*
- Devono essere supportate interfacce multiple con metodi dello stesso nome
- Regole per costruttori degli oggetti
- Regole per denominazione proprietà ed eventi

Common Language Specification



Common Type System Tipi nativi

CTS	C#
System.Object	object
System.String	string
System.Boolean	bool
System.Char	char
System.Single	float
System.Double	double
System.Decimal	decimal
System.SByte	sbyte
System.Byte	byte
System.Int16	short
System.UInt16	ushort
System.Int32	int
System.UInt32	uint
System.Int64	long
System.UInt64	ulong

Common Type System

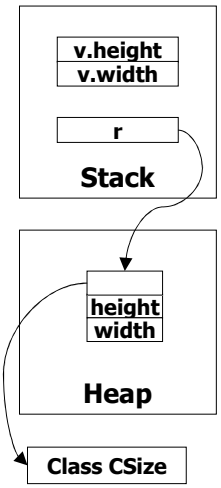
- Tutto è un oggetto
  - **`System.Object`** è la classe radice
- Due categorie di tipi
  - **Tipi riferimento**
    - Riferimenti a oggetti allocati sull'***heap*** gestito
    - Indirizzi di memoria
  - **Tipi valore**
    - Allocati sullo ***stack*** o parte di altri oggetti
    - Sequenza di byte

Common Type System
Tipi valore

- I tipi valore comprendono:
  - Tipi primitivi (*built-in*)
    - Int32, …
    - Single, Double
    - Decimal
    - Boolean
    - Char
  - Tipi definiti dall'utente
    - Strutture (**`struct`**)
    - Enumerativi (**`enum`**)

Common Type System
Tipi valore vs tipi riferimento

```
public struct Size
{
  public int height;
  public int width;
}
public class CSize
{
  public int height;
  public int width;
}
public static void Main()
{
  Size v;           // v istanza di Size
  v.height = 100;   // ok
  CSize r;          // r è un reference
  r.height = 100;   // NO, r non assegnato
  r = new CSize();  // r fa riferimento a un CSize
  r.height = 100;   // ok, r inizializzata
}
```

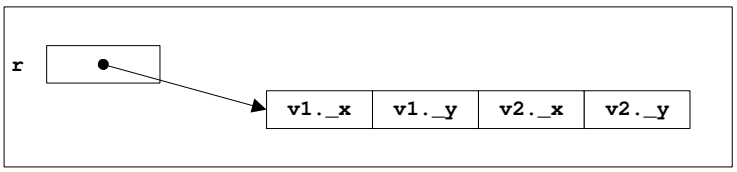


Common Type System
Tipi valore vs tipi riferimento

```
public struct Point
{
  private int _x, _y;

  public Point(int x, int y)
  {
    _x = x;
    _y = y;
  }

  public int X
  {
    get { return _x; }
    set { _x = value; }
  }

  public int Y
  {
    get { return _y; }
    set { _y = value; }
  }
}
```

Common Type System
Tipi valore vs tipi riferimento

```
public class Rectangle
  {
  Point v1;
  Point v2;
  …
  }
…
Rectangle r = new Rectangle();
```



Common Type System
Tipi valore vs tipi riferimento

```
…
Point[] points = new Point[100];
for (int i = 0; i < 100; i++)
  points[i] = new Point(i, i);
…
```

- Alla fine, rimane 1 solo oggetto nell'*heap* (l'array di Point)

```
…
Point[] points = new Point[100];
for (int i = 0; i < 100; i++)
  {
  points[i].X = i;
  points[i].Y = i;
  }
…
```

Common Type System
Tipi valore vs tipi riferimento

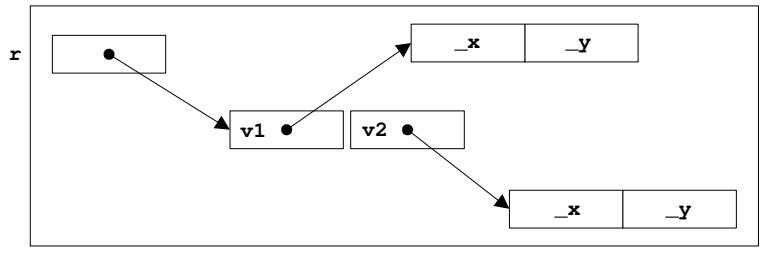
```
public class Point
{
  private int _x, _y;
  public Point(int x, int y)
  {
    _x = x;
    _y = y;
  }
  public int X
  {
    get { return _x; }
    set { _x = value; }
  }
  public int Y
  {
    get { return _y; }
    set { _y = value; }
  }
}
```

Ingegneria del software L-A

41

Common Type System
Tipi valore vs tipi riferimento

```
public class Rectangle
  {
  Point v1;
  Point v2;
  …
  }
…
Rectangle r = new Rectangle();
```



Ingegneria del software L-A

42

Common Type System
Tipi valore vs tipi riferimento

```
…
Point[] points = new Point[100];
for (int i = 0; i < 100; i++)
  points[i] = new Point(i, i);
…
```

- Alla fine, rimangono 101 oggetti nell'*heap* (1 array di Point + 100 Point)

```
…
Point[] points = new Point[100];
for (int i = 0; i < 100; i++)
  {
  points[i].X = i;
  points[i].Y = i;
  }
…
```

NO!

Boxing / Unboxing

- Un qualsiasi tipo valore può essere automaticamente convertito in un tipo riferimento (***boxing***) mediante un *up cast* implicito a **`System.Object`**

```
int i = 123;
object o = i;
```

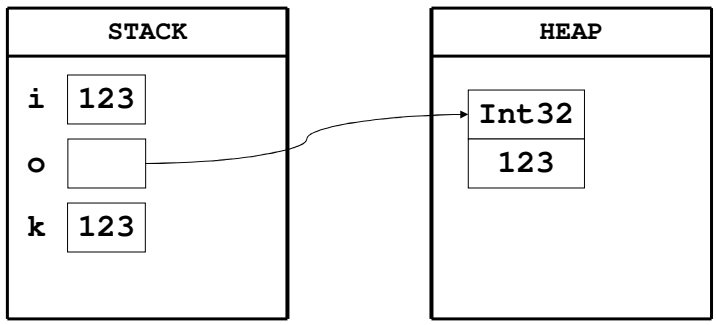
- Un tipo valore "*boxed*" può tornare ad essere un tipo valore standard (***unboxing***) mediante un *down cast* esplicito

```
int k = (int) o;
```

- Un tipo valore "*boxed*" è un **clone indipendente**

Boxing / Unboxing

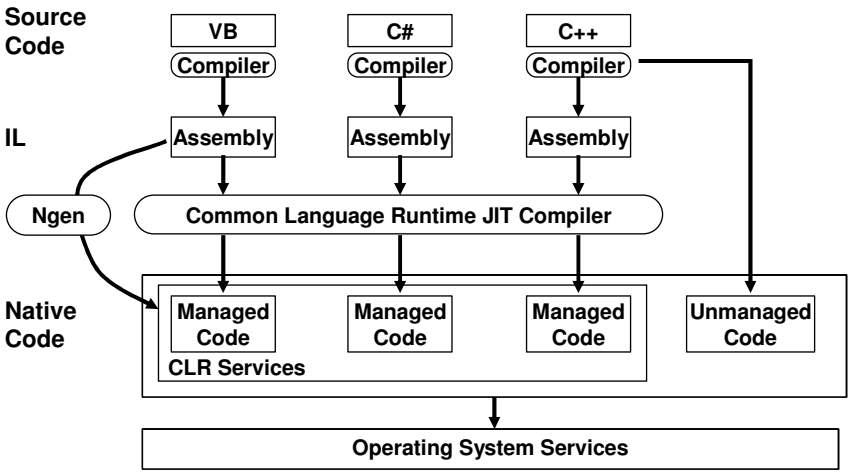
```
int i = 123;
object o = i;
int k = (int) o;
```



Ingegneria del software L-A

45

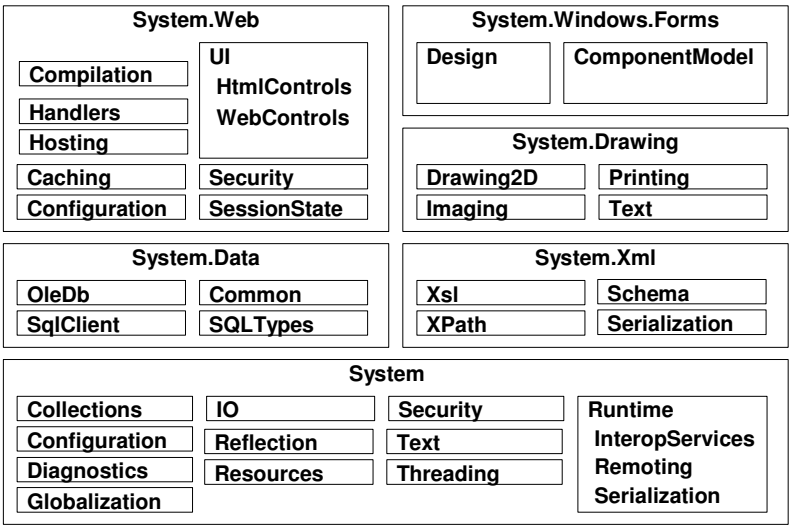
Modello di esecuzione



Ingegneria del software L-A

46

Framework .NET



Framework .NET

- Il *framework* non è una “scatola nera”
- E possibile estendere una qualsiasi classe .NET (non *sealed*) mediante ereditarietà Diversamente da COM,
  - si usa e si estende la **classe stessa**
  - non si utilizza uno strato intermedio (*wrapper*)
- L’ereditarietà è *cross-language*

Bibliografia

Libri di base:

- *D. S. Platt*, **Introducing Microsoft® .NET**, Second Edition (*)
- *J. Sharp, J. Jagger*, **Microsoft® Visual C#™ .NET Step by Step** (*)
- *T. Archer, A. Whitechapel*, **Inside C#**, Second Edition (*)
- *M. J. Young*, **XML Step by Step**, Second Edition (*)
- *R. M. Riordan*, **Microsoft® ADO.NET Step by Step** (*)

Libri avanzati:

- *J. Richter*, **Applied Microsoft® .NET Framework Programming**
- *C. Petzold*, **Programming Microsoft® Windows® with C#** (*)
- *S. Lidin*, **Inside Microsoft® .NET IL Assembler**

(*) Disponibile nella biblioteca del DEIS