AA 2016-2017

PROGRAMMAZIONE 2

1.Introduzione

PRESENTAZIONI

- Gianluigi Ferrari
  - Email gian-luigi.ferrari@unipi.it
  - Web http://pages.di.unipi.it/ferrari/

- Di cosa mi occupo (ricerca)
  - **Formal methods in Software Engineering**
    - ✓ Verification, model checking, and static analysis of programs
  - **Programming languages & models for Concurrent/Distributed Systems**
    - ✓ Service oriented & Cloud computing
    - ✓ Programming languages for IoT
  - **Security**
    - ✓ Language-based security

PRESENTAZIONI

- Fabio Gadducci
  - Email fabio.gadducci@unipi.it
  - Web http://pages.di.unipi.it/gadducci/
- Di cosa mi occupo (ricerca)
  - **Formal methods in Software Engineering**
    - ✓ Verification, model checking, and static analysis of programs
  - **Programming languages & models for Concurrent/Distributed Systems**
    - ✓ Service oriented computing
    - ✓ Theoretical foundations
  - **Visual modeling**
    - ✓ Graphical specifications and model transformations

UNIVERSITÀ DI PISA

PROGRAMMAZIONE 2

Cosa studiamo?

Due tematiche principali

Programmazione OO

- Tecniche per la programmazione orientata ad oggetti (in piccolo)
  - **Specifica**, **implementazione**, **correttezza**
    - **Progettare** e **programmare** un sistema
    - ✓**Dimostrare la correttezza** di una implementazione è tanto importante quanto programmare
  - Programmazione concorrente (se possibile)
- Esemplificate utilizzando Java
  - non è compito di questo corso introdurre il linguaggio nella sua interezza…
  - né tanto meno le sue librerie (che imparerete da soli, quando vi servono)

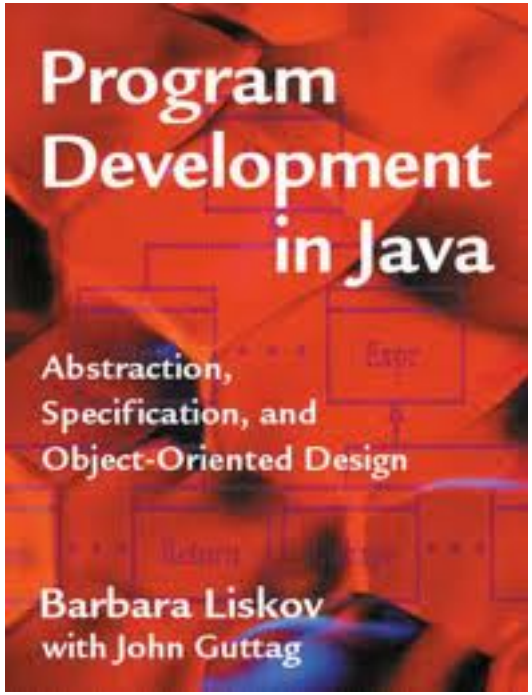
Una valanga di libri…

Materiale didattico

B. Liskov, J. Guttag

Program development in Java

(Addison Wesley 2000)



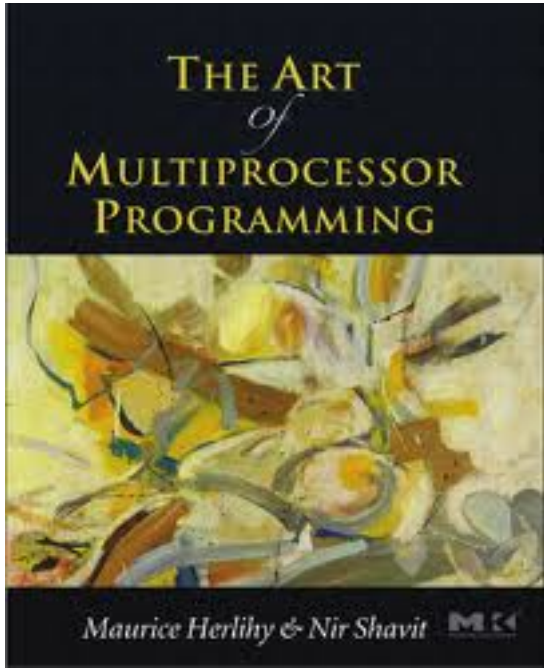
Datato, ma copre tutti gli aspetti **concettuali** fondamentali

Materiale didattico

M. Herlihy, N. Shavit

The art of multiprocessor programming

(Morgan Kaufmann 2012)



Programmazione concorrente e tecniche per multi-core

Materiale didattico

R. Bruni, A. Corradini,
V. Gervasi

Programmazione in Java

(Apogeo 2011)

Ottima introduzione per chi pensa di avere lacune con la programmazione

Online

- *Oracle Java tutorials*, docs.oracle.com/javase/tutorial/java/
- **David Eck**, *Introduction to programming using Java*, math.hws.edu/javanotes/
- Online ne trovate molti altri…
- …sentitevi liberi di seguire la vostra curiosità

Obiettivi

- **Tanti Linguaggi di programmazione**
  - **C, ML, Java, C#, … Python, Javascript, Ruby, Scala, F# .....**
- **Obiettivo 1**: acquisire competenze generali che possano essere applicate a una varietà di linguaggi di programmazione.
- **Obiettivo 2**: acquisire le competenze per imparare “presto e bene” un nuovo linguaggio di programmazione.

LINGUAGGI DI PROGRAMMAZIONE

Come scegliere un linguaggio

Scelta? …

1. Le librerie
2. Ambienti di programmazione
3. Le “best practice” aziendali

Nostro obiettivo: fornire gli strumenti che vi permetteranno di fare scelte consapevoli

Linguaggi di Programmazione

- Studiare i principi che stanno alla base dei linguaggi di programmazione
- Essenziale per comprendere il progetto, la realizzazione e l'applicazione pratica dei linguaggi
- Non ci interessa rispondere alla domanda "Java è meglio di C#"?

Tanti aspetti importanti…

- **Paradigmi linguistici:**
  - **Imperativo, funzionale, orientato agli oggetti**
- **Implementazione**: strutture a tempo di esecuzione
  - Quali sono le strutture del run-time?
  - Come vengono gestite?
  - Quali sono le relazioni tra paradigmi linguistici e strutture delk run time?
- Il nostro approccio: la descrizione dell'implememementazione del linguaggio è guidata dalla semantica formale!
  - Struttura del run-time simulata in Ocaml.
- Ci sono numerosi libri sull'argomento che sono utili per il nostro corso… ma metteremo a disposizione delle note.

Materiale didattico

M. Gabbrielli, S. Martini

Linguaggi di programmazione

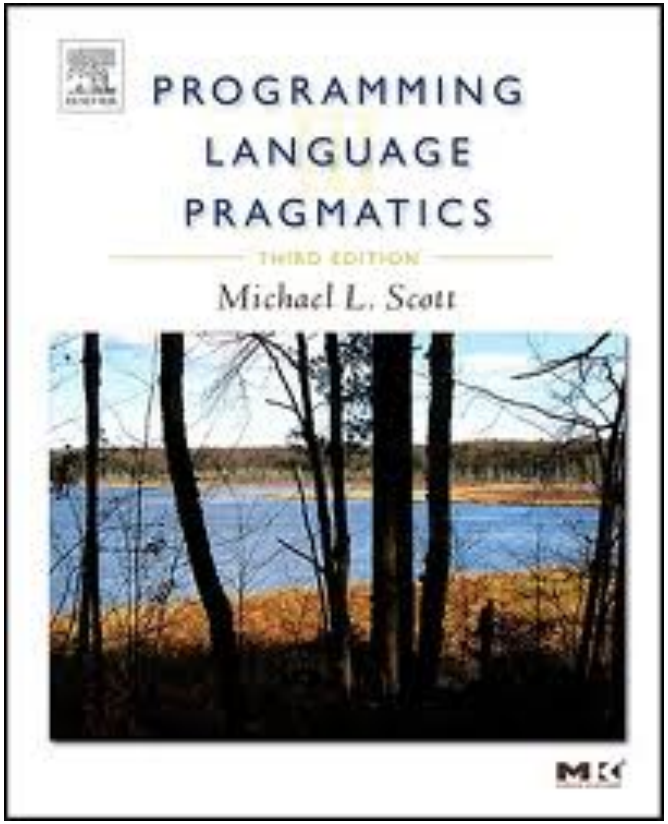
(McGraw-Hill 2006)

Materiale didattico

M. Scott

Programming language pragmatics

(Morgan Kaufmann 2009)

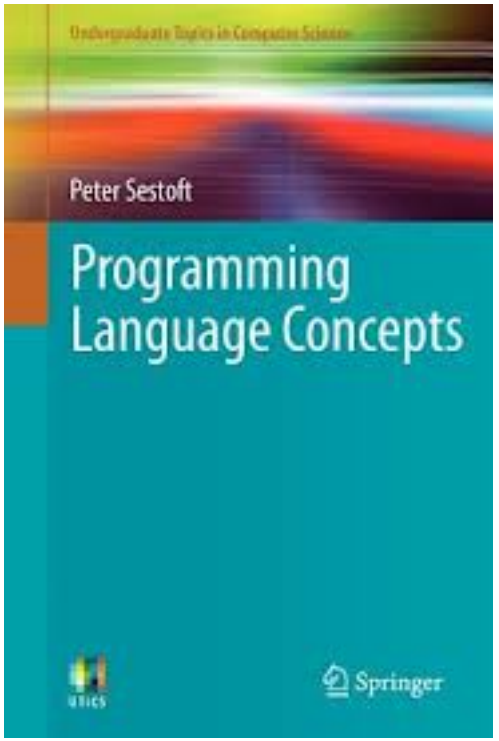


Materiale didattico

P. Sestoft

Programming language concepts

(Springer 2012)



PR2: istruzioni per l'uso

- Il materiale didattico delle lezioni sarà disponibile sulla pagina web così come tutti i programmi OCaml e Java che verranno discussi nelle esercitazioni
- **Prova di esame = progetto + prova scritta + orale**
  - ammissione all'orale con votazione >= 16/30 nello scritto & valutazione positiva del progetto
  - 2 prove intermedie possono sostituire la prova scritta
  - 2 progetti intermedi possono sostituire il progetto
- **Consigli**
  - seguire il corso mantenendosi al passo con lo studio
  - partecipare (attivamente) a lezioni ed esercitazioni
  - sostenere le prove intermedie

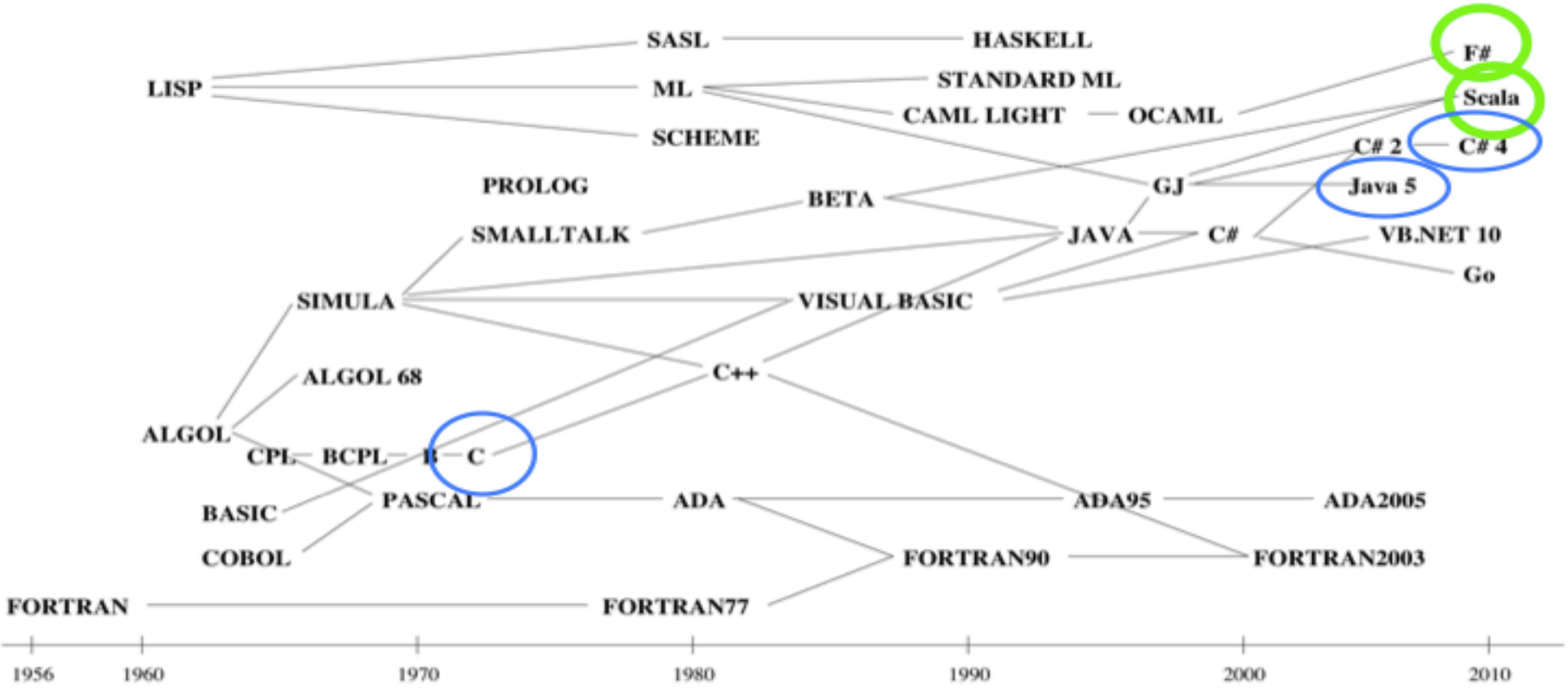
Competenze richieste (nostre aspettative)

- Familiarità coi concetti base di programmazione funzionale (Caml) e imperativa (C)
  - Programmazione 1 e laboratorio
  - Logica per la programmazione
- Familiarità algoritmica e programmazione con le strutture dati di base (liste, pile, code, alberi, hash table, …)
  - Algoritmica e laboratorio

Linguaggi e astrazione

- I ***linguaggi di programmazione*** sono il più potente strumento di ***astrazione*** messo a disposizione dei programmatori
  - I linguaggi si sono evoluti trasformando in costrutti linguistici (e realizzandoli una volta per tutte nell'implementazione)
- **settori di applicazioni** (basi di dati, web applications, intelligenza artificiale, simulazione, etc.)
- Di fondamentale importanza l'introduzione di ***meccanismi di astrazione***, che permettono di estendere un linguaggio ***programmando*** nuove operazioni, tipi di dato, etc.

Il diagramma evolutivo



Tanti linguaggi. Perché?

- Prendiamo il migliore e basta!!!
  - Come vedrete a **Calcolabilità e Complessità**, i linguaggi di programmazione sono tutti (Turing) equivalenti: stessa potenza espressiva
- I migliori sono tanti…
  - Visione Oracle-Sun: Java
  - Visione Microsoft: C#, F#
  - Visione dello sviluppatore Web: JavaScript,
  - Visione data scientist: Python
- Tante motivazioni diverse: alcuni linguaggi meglio si adattano a un particolare contesto
  - PROLOG: AI

A day in the life of a web programmer

- Develop web apps
  - Application framework (e.g. Mozilla)
- Client side programming
  - Javascript (funzionalità),
- Server side programming
  - CGI scripts
  - Scripting (PHP, Pearl, Ruby, …)
  - Java
  - Database access (SQL)
  - XML per web services
- Senza dimenticare un sistema di versioning (eg GIT)

Navigate sul web

- Il sito

  www.scriptol.com/programming/fibonacci.php

  descrive il programma che calcola i numeri di fibonacci nei principali linguaggi di programmazione

- Il sito

  www.99-bottles-of-beer.net

  decrive come programmare in 1500 linguaggi di programmazione il testo di "*99 Bottles of Beer*"

Una classifica...

Sep-16	Sep-15	Change	PLs	Ratings	Change
1	1		Java	18236%	-1.33%
2	2		C	10955%	-4.67%
3	3		C++	6657%	-0.13%
4	4		C#	5493%	+0.58%
5	5		Python	4302%	+0.64%
6	7	▲	JavaScript	2929%	+0.59%
7	6	▼	PHP	2847%	+0.32%
8	11	▲	Assembly	2417%	+0.61%
9	8	▼	VB .NET	2343%	+0.28%
10	9	▼	Perl	2333%	+0.43%

TIOBE index 2016

Un'altra classifica: PYPL

Rank	Change	Language	Share	Trend
1		Java	23.6 %	-0.6 %
2	↑	Python	13.3 %	+2.4 %
3	↓	PHP	10.0 %	-0.8 %
4		C#	8.6 %	-0.3 %
5	↑ ↑	Javascript	7.6 %	+0.6 %
6	↓	C++	7.0 %	-0.6 %
7	↓	C	6.8 %	-0.7 %
8		Objective-C	4.5 %	-0.7 %
9	↑ ↑	R	3.3 %	+0.7 %
10		Swift	3.1 %	+0.4 %
11	↓ ↓	Matlab	2.8 %	+0.2 %
12		Ruby	2.2 %	-0.3 %
13	↑	VBA	1.6 %	+0.0 %
14	↓	Visual Basic	1.5 %	-0.5 %
15	↑	Scala	1.2 %	+0.3 %
16	Perl	1.0 %	-0.2 %	
17		lua	0.6 %	+0.1 %
18		Delphi	0.5 %	+0.0 %
19	↑	Go	0.4 %	+0.1 %
20	↓	Haskell	0.3 %	-0.1 %
21		Rust	0.3 %	+0.1 %

PopularitY of Programming Language

Una terza classifica

- Analisi quantitativa dei progetti disponibili sulla piattaforma Github
  - http://githut.info/

Un po’ di storia dei linguaggi di programmazione

Linguaggi di programmazione

I linguaggi di programmazione nascono con la macchina di di Turing (fondazione) e la macchina di Von Neumann (macchina a programma memorizzato)

- i programmi sono un particolare tipo di dato rappresentato nella memoria della macchina
- la macchina possiede un interprete capace di eseguire il programma memorizzato, e quindi di implementare ogni algoritmo descrivibile nel "linguaggio macchina"
- un linguaggio macchina dotato di semplici operazioni primitive per la scelta e per iterare (o simili) è Turing-equivalente, cioé può descrivere tutti gli algoritmi

Anni ‘50

- FORTRAN e COBOL (sempreverdi)
  - notazioni **simboliche** orientate rispettivamente al calcolo scientifico (numerico) e alla gestione dati (anche su memoria secondaria)
  - **astrazione procedurale** (sottoprogrammi, ma con caratteristiche molto simili ai costrutti forniti dai linguaggi macchina)
  - **meccanismi linguistici** per introdurre **nuove operazioni e strutture dati** (per esempio, gli array in FORTRAN e i record in COBOL)
  - all’occhio moderno: nulla di significativamente diverso dai linguaggi macchina

I favolosi ‘60: LISP e ALGOL

- ✓ **Fondamenti** (teoria)
  - ✓ formalizzazione degli aspetti sintattici
  - ✓ primi risultati semantici basati sul lambda-calcolo
- ✓ **Caratteristiche comuni**
  - ✓ introduzione della nozione di ambiente per la gestione degli identificatori e le regole di scope
  - ✓ vera astrazione procedurale con ricorsione
- ✓ **ALGOL 60**
  - ✓ primo linguaggio imperativo veramente ad alto livello
  - ✓ scoping statico e gestione dinamica della memoria a stack
- ✓ **LISP** (*sempreverde*)
  - ✓ primo linguaggio funzionale, direttamente ispirato al lambda-calcolo (la teoria ritorna)
  - ✓ scoping dinamico, strutture dati dinamiche, gestione dinamica della memoria a heap con garbage collector

E per al precisione…

- ***ALGOL 60, prototipo dei linguaggi imperativi***
- ***LISP, prototipo dei linguaggi logici e funzionali***

- Analizzando i due linguaggi ci accorgiamo che originano concetti simili non a caso basati sulla teoria
  - la gestione dell'ambiente tramite lo stack

- Gli approcci restano diversi e originano due filoni
  - *il filone imperativo (esempio C)*
  - *il filone funzionale (esempio OCaml)*

La fine degli anni ‘60

- **PL/I**: primo tentativo di linguaggio “globale” (targato IBM)
  - tentativo di sintesi fra LISP, ALGOL 60 e COBOL
  - fallito per mancanza di una visione semantica unitaria

- **SIMULA 67**: nasce di fatto la *programmazione a oggetti*
  - estensione di ALGOL 60 orientato alla simulazione discreta
  - quasi sconosciuto, riscoperto 15 anni dopo

Evoluzione del filone imperativo

- Gli anni ’70
  - metodologie di programmazione, tipi di dati astratti, modularità, classi e oggetti
  - programmazione di sistema in linguaggi ad alto livello: eccezioni e concorrenza
- Un esempio: **PASCAL**
  - estensione di ALGOL 60 con definizione di tipi (non astratti), uso esplicito di puntatori e gestione dinamica della memoria a heap (senza garbage collector)
  - semplice implementazione mista (con P-Code, antesignano del bytecode), facilmente portabile

Il dopo PASCAL

- **C**: PASCAL + moduli + tipi astratti + eccezioni + interfaccia per interagire con il sistema operativo
- **ADA**: il secondo tentativo di linguaggio "totalitario" (targato US DoD)
  - C + concorrenza + costrutti per la programmazione in tempo reale
  - progetto ambizioso: grande enfasi su semantica statica (proprietà verificabili dal compilatore)
- **C++**: C + classi e oggetti (allocati sullo heap, ancora senza garbage collector)

La programmazione logica

PROLOG

- implementazione di un frammento del calcolo dei predicati del primo ordine (la teoria che aiuta)
- strutture dati molto flessibili (termini) con calcolo effettuato dall'algoritmo di unificazione
- computazioni non-deterministiche
- gestione memoria a heap con garbage collector

CLP (Constraint Logic Programming)

- PROLOG + calcolo su domini diversi (anche numerici) con opportuni algoritmi di soluzione di vincoli

La programmazione funzionale

ML: implementazione del lambda-calcolo tipato

- definizione di nuovi tipi ricorsivi, i valori dei nuovi tipi sono termini, che possono essere visitati con un meccanismo di pattern matching (versione semplificata dell'unificazione)
- scoping statico (a differenza di LISP)
- semantica statica molto potente (inferenza e controllo dei tipi)
  - un programma "corretto" per la semantica statica quasi sempre va bene
- gestione memoria a heap con garbage collector

HASKELL: ML con regola di valutazione "lazy"

Java

- Molte caratteristiche dal filone imperativo
  - essenzialmente tutte quelle di C++
- Alcune caratteristiche dei linguaggi logico-funzionali
  - gestione della memoria con garbage collector
- Uso del meccanismo di classi ed ereditarietà per ridurre il numero di meccanismi primitivi
  - quasi tutto è realizzato con classi predefinite nelle librerie
- Implementazione mista, tipica del filone logico
  - che ne facilita la portabilità e lo rende molto adatto ad essere integrato nelle applicazioni di rete

C#

- C#: linguaggio di programmazione a oggetti sviluppato per la programmazione nel framework .NET
  - il “meglio” di Java e C++
- I tipi primitivi del linguaggio hanno una corrispondenza precisa con i tipi disponibili a run-time

SCALA

- Scala smoothly integrates features of object-oriented and functional languages

F#

- ML spiegato al popolo

Evoluzione dei linguaggi

a. Un ecosistema di applicazioni differenti
b. Enfasi crescente sulle astrazioni per il programmatore
c. Caratteristiche significative: migliorare la affidabilità, la manutenibilità e la sicurezza del software
d. Aspetti moderni: astrazioni per mobilità e distribuzione
e. Primitive linguistiche e astrazioni per parallelismo e concorrenza
f. Trend: *multi-paradigm programming*

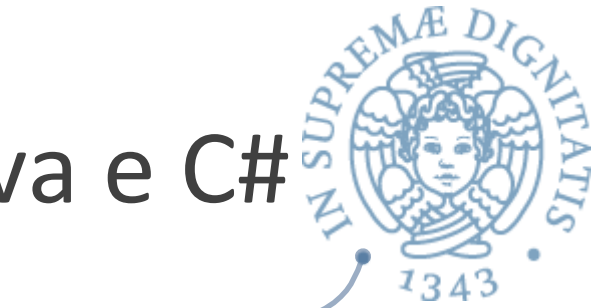
Un esempio

- **Python** linguaggio di programmazione sviluppato a fine anni ‘80 da Guido van Rossum (CWI)
- Uno “scripting language”
- Linguaggio multi-paradigma: supporta in modo nativo oggetti e funzioni di ordine superiore tipiche della programmazione funzionale
- Tipi dinamici e gestione dinamica della memoria

Ruby

- **Ruby** linguaggio di scripting sviluppato a fine anni ’90 da Yukihiro Matsumoto
- Influenzato da Perl and Smalltalk
- Multi-paradigma: funzionale, a oggetti, imperativo con meccanismi di meta-programmazione (LISP che ritorna)
- Ruby (come lo descrivono)
  - *everything is an object*
  - *every operation is a method call*
  - *all programming is meta-programming*
- Usato nello sviluppo di applicazioni web

Paradigma funzionale per Java e C#



- Java 8: la versione corrente di Java
- Introduzione di meccanismi linguistici per la programmazione funzionale: **Lambda**
  - Problema: introdurre Lambda senza dover ricompilare i codici binari esistenti.
- Espressioni Lambda sono disponibili anche in C#
  - …con il medesimo scopo

Modelli computazionali

- Come vedremo meglio nella seconda parte del corso a ogni linguaggio è associato un ***modello di calcolo***
  - **Imperativo**: Fortran (1957)
  - **Funzionale**: Lisp (1958)
  - **A oggetti**: Simula (1967)
  - **Logico**: Prolog (1972)
  - **Relazionale** : SQL (1974)

Il progetto di PR2

- Un metodo efficace per comprendere cosa significa “modello di computazione” è progettare e sviluppare un linguaggio di programmazione
  - Il progetto di PR2 si propone questo obiettivo!!