
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

- Francesca Levi
 - Email **francesca.levi@unipi.it**
 - Web **<http://pages.di.unipi.it/levi/>**
- 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
 - ✓ Systems biology
 - ✓ Theoretical foundations

PROGRAMMAZIONE 2

Quali sono gli argomenti del corso?
Due tematiche principali

Programmazione OO

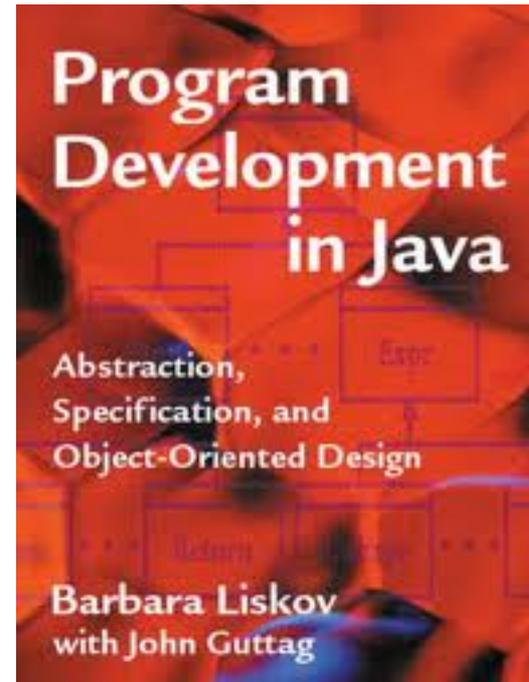
- Tecniche per la programmazione OO (in piccolo)
 - Specifica, **implementazione**, **correttezza**
 - Progettare e **programmare** un sistema
 - **Dimostrare la correttezza** di una implementazione è tanto importante quanto programmare
 - **Programmazione concorrente (se possibile)**
- Esempificate 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)

Materiale didattico (testo di riferimento)

B. Liskov, J. Guttag

Program development in Java
(Addison Wesley 2000)

Datato, ma copre tutti gli aspetti
concettuali fondamentali



Materiale didattico (per chi è curioso)

F. Carrano, T. Henry

Data Structures and Abstractions
with Java

(Pearson 2017)



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

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 del run-time?
- Il nostro approccio: la descrizione dell'implementazione del linguaggio è guidata dalla semantica formale!
 - Struttura del run-time simulata in **Ocaml**
- Ci sono numerosi libri sul tema che sono utili per il corso... ma metteremo a disposizione delle note

Materiale didattico (testo di riferimento)

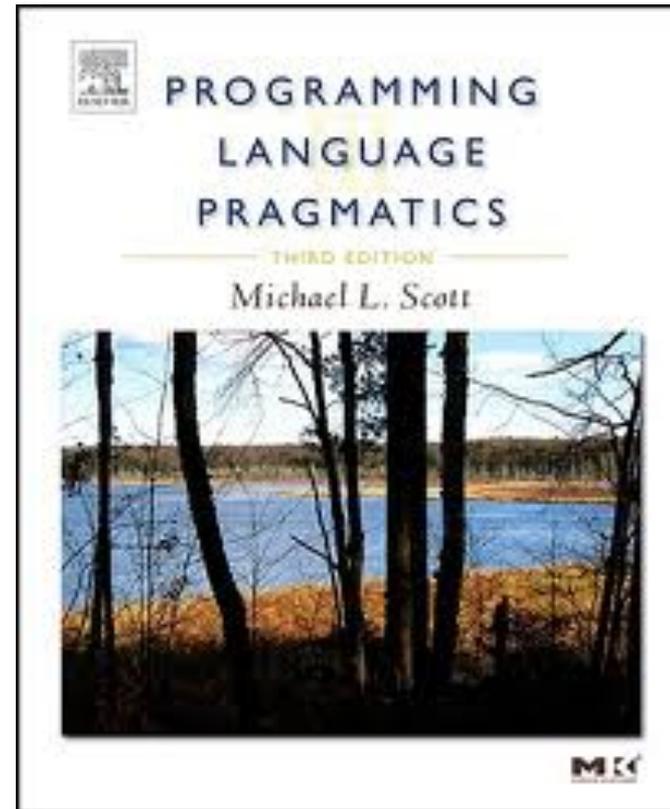
M. Gabbrielli, S. Martini
Linguaggi di programmazione
(McGraw-Hill 2006)



Materiale didattico (per chi è curioso)

M. Scott

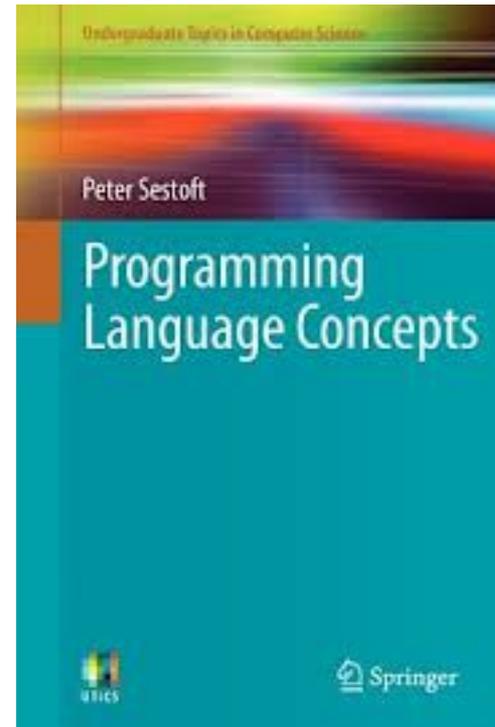
Programming language pragmatics
(Morgan Kaufmann 2009)



Material didattico (per chi è curioso)

P. Sestoft

Programming language concepts
(Springer 2012)



Competenze richieste (nostre aspettative)

- Familiarità coi concetti base di **programmazione funzionale (ML)** e **imperativa (C)**
 - **Programmazione 1 e laboratorio**
 - **Logica per la programmazione**
- Familiarità algoritmica e nella 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 i 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.

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

- 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 (e.g. 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	v	PHP	2847%	+0.32%
8	11	^	Assembly	2417%	+0.61%
9	8	v	VB .NET	2343%	+0.28%
10	9	v	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
Languages

Un po' di storia dei linguaggi di programmazione

Linguaggi di programmazione

I linguaggi di programmazione “nascono” con le macchine di Turing (fondazione) e Von Neumann (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, cioè può descrivere tutti gli algoritmi

Anni '50

- **FORTRAN e COBOL**
 - 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

- ✓ **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**
 - ✓ 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
- ✓ **Fondamenti (teoria)**
 - ✓ formalizzazione degli aspetti sintattici
 - ✓ primi risultati semantici basati sul lambda-calcolo

La fine degli anni '60

- **PL/I: primo tentativo di linguaggio “globale” (targa 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

- Anni 70:
 - metodologie di programmazione, tipi di dato 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 (e.g. numerici) con opportuni algoritmi di soluzione di vincoli

La programmazione funzionale

ML: implementazione del lambda-calcolo tipato

- definizione di nuovi tipi ricorsivi, i cui valori sono termini che possono essere visitati con un meccanismo di **pattern matching** (versione semplificata dell'unificazione)
- **scoping statico** (a differenza di LISP)
- **semantica statica 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 a 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 runtime

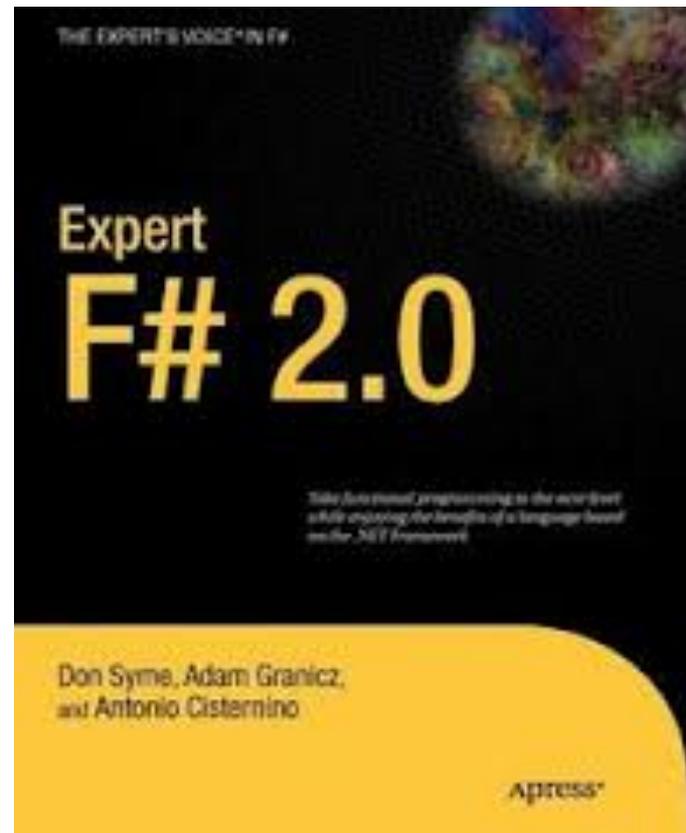
SCALA

- 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

- 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

Un altro esempio: 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 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)

Concludendo

- » Prima parte del corso: **Metodologie di programmazione OO** usando **Java**
- » Seconda parte del corso: **Linguaggi di programmazione ad alto livello e la loro implementazione**
- » Useremo **Ocaml** per implementare un interprete di un **linguaggio didattico**
- » Ci sono numerosi libri sul tema che sono utili per il corso... **ma metteremo a disposizione delle note**

Java. Perché?

- Modello a oggetti semplice e maneggevole
- Ogni entità è un oggetto
- **Ereditarietà singola**
- **Garbage collection**
- Caricamento dinamico delle classi
- Librerie (viviamo in un mondo di API)
- **Controllo di tipi statico e dinamico**
- Meccanismi per la sicurezza
- **Implementazione mista (JVM)**

Seconda parte

- 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 del run-time?
- Il nostro approccio: la descrizione dell'implementazione del linguaggio è guidata dalla semantica formale!
 - Struttura del run-time simulata in **Ocaml**

Implementazione dei linguaggi di programmazione

- » Macchine astratte, interpreti compilatori
- » Gestione della memoria
- » Ambiente, regole di scope
- » Supporto run-time

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!!**

PR2: istruzioni per l'uso

- Il materiale didattico (inclusi i lucidi) delle lezioni sarà disponibile sulla **pagina web (in costruzione)** così come tutti i **programmi OCaml e Java che verranno discussi nelle esercitazioni**
- **Esercitazioni di due tipi:** esercitazioni di teoria (orientate allo scritto) e **pratiche ??(non in laboratorio)**
- **Ricevimento studenti telematico**

PR2: esame



- **Prova di esame = progetti + prova scritta**
 - scritto & valutazione positiva del progetto
 - 2 prove intermedie possono sostituire la prova scritta
 - 2 progetti intermedi possono sostituire il progetto
- **Causa COVID l'esame si tiene in forma telematica**
 - orale & valutazione positiva dei progetti
- **Consigli**
 - seguire il corso mantenendosi al passo con lo studio
 - partecipare (attivamente???) a lezioni ed esercitazioni
 - sostenere le prove intermedie

Pagina Web

- » Lucidi delle lezioni (volta per volta)
- » Testi di alcuni scritti degli esami di anni precedenti
- » [Link per scaricare Java e Ocaml](#)
- » Il materiale didattico potrebbe risultare un po' dispersivo quindi per ogni argomento lezione il riferimento alla parte corrispondente nel materiale didattico consigliato
- » [***http://pages.di.unipi.it/levi/PR2levi2020.html***](http://pages.di.unipi.it/levi/PR2levi2020.html)