



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

“SAPIENZA” UNIVERSITÀ DI ROMA  
INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE,  
INFORMATICA E STATISTICA  
DIPARTIMENTO DI INFORMATICA

---

# Linguaggi di Programmazione

---

Appunti integrati con il libro "TODO", TODO 1, Autore 2, ...

*Author*  
Alessio Bandiera

26 settembre 2023

# Indice

<b>Informazioni e Contatti</b>	<b>1</b>
<b>1 TODO</b>	<b>2</b>
1.1 TODO . . . . .	2
1.1.1 TODO . . . . .	2

# Informazioni e Contatti

## Prerequisiti consigliati:

- Algebra
- TODO

## Segnalazione errori ed eventuali migliorie:

Per segnalare eventuali errori e/o migliorie possibili, si prega di utilizzare il **sistema di Issues fornito da GitHub** all'interno della pagina della repository stessa contenente questi ed altri appunti (link fornito al di sotto), utilizzando uno dei template già forniti compilando direttamente i campi richiesti.

Gli appunti sono in continuo aggiornamento, pertanto, previa segnalazione, si prega di controllare se l'errore sia ancora presente nella versione più recente.

## Licenza di distribuzione:

These documents are distributed under the [GNU Free Documentation License](#), a form of copyleft intended to be used on manuals, textbooks or other types of document in order to assure everyone the effective freedom to copy and redistribute it, with or without modifications, either commercially or non-commercially.

## Contatti dell'autore e ulteriori link:

- Github: <https://github.com/ph04>
- Email: [alessio.bandiera02@gmail.com](mailto:alessio.bandiera02@gmail.com)
- LinkedIn: [Alessio Bandiera](#)

# 1

## TODO

### 1.1 TODO

#### 1.1.1 TODO

##### Definizione 1.1.1.1: Assiomi di Peano

Gli **assiomi di Peano** sono 5 assiomi che definiscono l'insieme  $\mathbb{N}$ , e sono i seguenti:

- i)  $0 \in \mathbb{N}$
- ii)  $\exists \text{succ} : \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{N}$ , o equivalentemente,  $\forall x \in \mathbb{N} \quad \text{succ}(x) \in \mathbb{N}$
- iii)  $\forall x, y \in \mathbb{N} \quad x \neq y \implies \text{succ}(x) \neq \text{succ}(y)$
- iv)  $\nexists x \in \mathbb{N} \mid \text{succ}(x) = 0$
- v)  $\forall S \subseteq \mathbb{N} \quad (0 \in S \wedge (\forall x \in S \quad \text{succ}(x) \in S)) \implies S = \mathbb{N}$

##### Principio 1.1.1.1: Principio di Induzione

Sia  $P$  una proprietà che vale per  $n = 0$ , e dunque  $P(0)$  è vera; inoltre, per ogni  $n \in \mathbb{N}$  si ha che  $P(n) \implies P(n + 1)$ ; allora,  $P(n)$  è vera per ogni  $n \in \mathbb{N}$ .

In simboli

$$\forall P \quad (P(0) \wedge (\forall n \in \mathbb{N} \quad P(n) \implies P(n + 1))) \implies \forall n \in \mathbb{N} \quad P(n)$$

**Osservazione 1.1.1.1: Quinto assioma di Peano**

Si noti che il quinto degli assiomi di Peano ([Definizione 1.1.1.1](#)) equivale al principio di induzione ([Principio 1.1.1.1](#)). Infatti, il quinto assioma afferma che qualsiasi sottoinsieme  $S$  di  $\mathbb{N}$  avente lo 0, e caratterizzato dalla chiusura sulla funzione di successore  $\text{succ}$ , coincide con  $\mathbb{N}$  stesso.

**Definizione 1.1.1.2: Struttura algebrica**

Una **struttura algebrica**, o più semplicemente **algebra**, consiste di un insieme *non vuoto*, talvolta chiamato **insieme sostegno** (*carrier set* o *domain*), fornito di una o più operazioni su tale insieme, quest'ultime caratterizzate da un numero finito di assiomi da soddisfare.

Se  $A$  è il carrier set, e ad esempio  $+$  è l'operazione binaria su  $A$  definita come segue

$$+ : A \times A \rightarrow A$$

allora con  $(A, +)$  si indica l'algebra costituita da tali due elementi.

**Esempio 1.1.1.1** (Strutture algebriche). Esempi di strutture algebriche con un'operazione binaria sono i seguenti:

- semigrupperi
- monoidi
- gruppi
- gruppi abeliani

mentre esempi di strutture algebriche con due operazioni binarie sono i seguenti:

- semianelli
- anelli
- campi