Capitolo 1

Computer, algoritmi e linguaggi

Sommario:

Introduzione
- Algoritmi
- Algoritmi e programmi
- La macchina di Von Neumann e il linguaggio assembler
- Linguaggio macchina e assembler

I linguaggi ad alto livello
- Compilatori e intepreti

Strumenti per la stesura dei programmi
- `javac` e Java Virtual Machine (JVM)
- Il ruolo della macchina astratta
- La programmazione strutturata
- Le strutture di controllo fondamentali

Variabili e assegnamenti

Sintassi e semantica
- Grammatiche
- Lessico del linguaggio Java
- Il primo programma Java

Computer e programmi

- **Computer**
  Macchina elettronica programmabile al fine di svolgere diverse funzioni

Computer e programmi

- **Computer**
  Macchina elettronica programmabile al fine di svolgere diverse funzioni
- **Programma**
  Sequenza di istruzioni elementari che un computer è in grado di comprendere ed eseguire

Computer e programmi

- **Computer**
  Macchina elettronica programmabile al fine di svolgere diverse funzioni
- **Programma**
  Sequenza di istruzioni elementari che un computer è in grado di comprendere ed eseguire
- **Programmazione**
  Attività che consiste nell'organizzare istruzioni elementari, direttamente comprensibili dall'esecutore, in strutture complesse (programmi) al fine di svolgere determinati compiti

Computer e programmi

- **Computer**
  Macchina elettronica programmabile al fine di svolgere diverse funzioni
- **Programma**
  Sequenza di istruzioni elementari che un computer è in grado di comprendere ed eseguire
- **Programmazione**
  Attività che consiste nell'organizzare istruzioni elementari, direttamente comprensibili dall'esecutore, in strutture complesse (programmi) al fine di svolgere determinati compiti
- **Informatica**
  Disciplina che si occupa dell'informazione e del suo trattamento in maniera automatica

Algoritmi

Il trattamento dell'informazione coinvolge:

- **Mezzi fisici**: computer (HARDWARE)
- **Mezzi logici**: procedimenti di elaborazione, algoritmi (SOFTWARE)

Algoritmi

Il trattamento dell'informazione coinvolge:

- **Mezzi fisici**: computer
- **Mezzi logici**: procedimenti di elaborazione, algoritmi

Algoritmo

Insieme ordinato di passi eseguibili e non ambigui, che definiscono un processo che termina.

L'algoritmo di Euclide

MCD fra x e y

1. Calcola il resto della divisione di x per y

L'algoritmo di Euclide

MCD fra x e y

1. Calcola il resto della divisione di x per y
2. Se il resto è diverso da zero,
   ricomincia dal passo 1 utilizzando come x il valore attuale di y,
   e come y il valore del resto,

L'algoritmo di Euclide

MCD fra x e y

1. Calcola il resto della divisione di x per y
2. Se il resto è diverso da zero,
   ricomincia dal passo 1 utilizzando come x il valore attuale di y,
   e come y il valore del resto,
   altrimenti
   prosegui con il passo successivo

L'algoritmo di Euclide

MCD fra x e y

1. Calcola il resto della divisione di x per y
2. Se il resto è diverso da zero,
   ricomincia dal passo 1 utilizzando come x il valore attuale di y,
   e come y il valore del resto,
   altrimenti
   prosegui con il passo successivo
3. MCD è il valore attuale di y

L'algoritmo di Euclide

MCD fra x e y

1. Calcola il resto della divisione di x per y
2. Se il resto è diverso da zero,
   ricomincia dal passo 1 utilizzando come x il valore attuale di y,
   e come y il valore del resto,
   altrimenti
   prosegui con il passo successivo
3. MCD è il valore attuale di y

- L'*intelligenza* necessaria per trovare la soluzione del problema è tutta codificata nell'algoritmo

L'algoritmo di Euclide

MCD fra x e y

1. Calcola il resto della divisione di x per y
2. Se il resto è diverso da zero,
   ricomincia dal passo 1 utilizzando come x il valore attuale di y,
   e come y il valore del resto,
   altrimenti
   prosegui con il passo successivo
3. MCD è il valore attuale di y

- L'*intelligenza* necessaria per trovare la soluzione del problema è tutta codificata nell'algoritmo
- Chiunque sappia comprendere ed eseguire le operazioni che costituiscono l'algoritmo di Euclide, può calcolare l'MCD

Un esempio dubbio

È un algortimo ?

1. Crea un elenco di tutti i numeri primi

Un esempio dubbio

È un algortimo ?

1. Crea un elenco di tutti i numeri primi
2. Ordina l'elenco in modo decrescente

Un esempio dubbio

È un algortimo ?

1. Crea un elenco di tutti i numeri primi
2. Ordina l'elenco in modo decrescente
3. Preleva il primo elemento dall'elenco risultante

Un esempio dubbio

È un algortimo ?

1. Crea un elenco di tutti i numeri primi
2. Ordina l'elenco in modo decrescente
3. Preleva il primo elemento dall'elenco risultante

Non lo è

La prima e la seconda istruzione non sono *effettivamente eseguibili* in quanto richiedono la manipolazione di infiniti elementi.

Algoritmi e programmi

Programma

È l'espressione di un algoritmo in un linguaggio che l'esecutore è in grado di comprendere senza bisogno di ulteriori spiegazioni.

Algoritmi e programmi

Programma

È l'espressione di un algoritmo in un linguaggio che l'esecutore è in grado di comprendere senza bisogno di ulteriori spiegazioni.

- Un algoritmo è un oggetto *astratto* (concettuale). Un programma è un'*espressione concreta* dell'algoritmo

Programma

È l'espressione di un algoritmo in un linguaggio che l'esecutore è in grado di comprendere senza bisogno di ulteriori spiegazioni.

- Un algoritmo è un oggetto *astratto* (concettuale). Un programma è un'*espressione concreta* dell'algoritmo
- Lo stesso algoritmo può essere espresso in differenti linguaggi, in base agli esecutori ai quali è destinato

Algoritmi e programmi

Programma

È l'espressione di un algoritmo in un linguaggio che l'esecutore è in grado di comprendere senza bisogno di ulteriori spiegazioni.

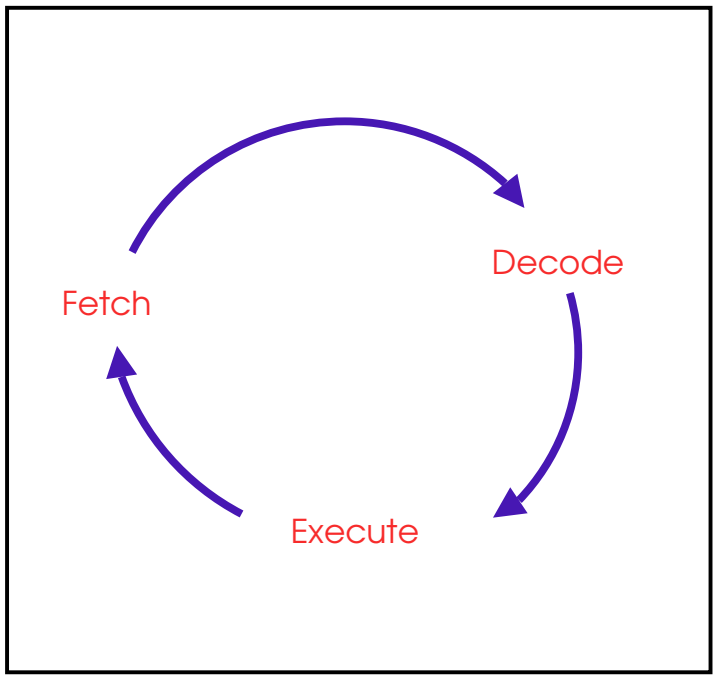
- Un algoritmo è un oggetto *astratto* (concettuale). Un programma è un'*espressione concreta* dell'algoritmo
- Lo stesso algoritmo può essere espresso in differenti linguaggi, in base agli esecutori ai quali è destinato
- La scrittura del programma è una fase successiva all'individuazione dell'algoritmo per risolvere un determinato problema

La macchina di Von Neumann (1946)

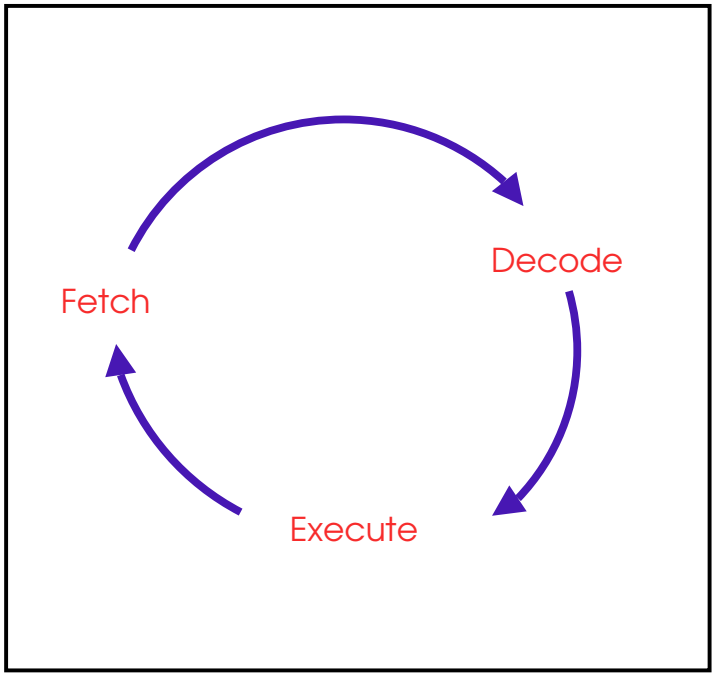
- **Memoria**
  Contiene il programma da eseguire e i dati da esso utilizzati

La macchina di Von Neumann (1946)

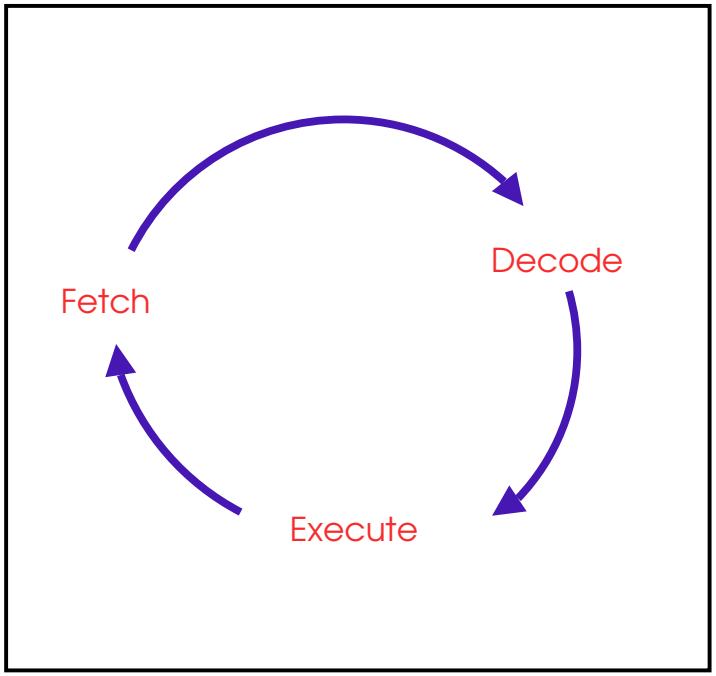
- **Memoria**
  Contiene il programma da eseguire e i dati da esso utilizzati
- **Processore**
  È l'esecutore che opera ripetendo il ciclo



Ciclo di esecuzione

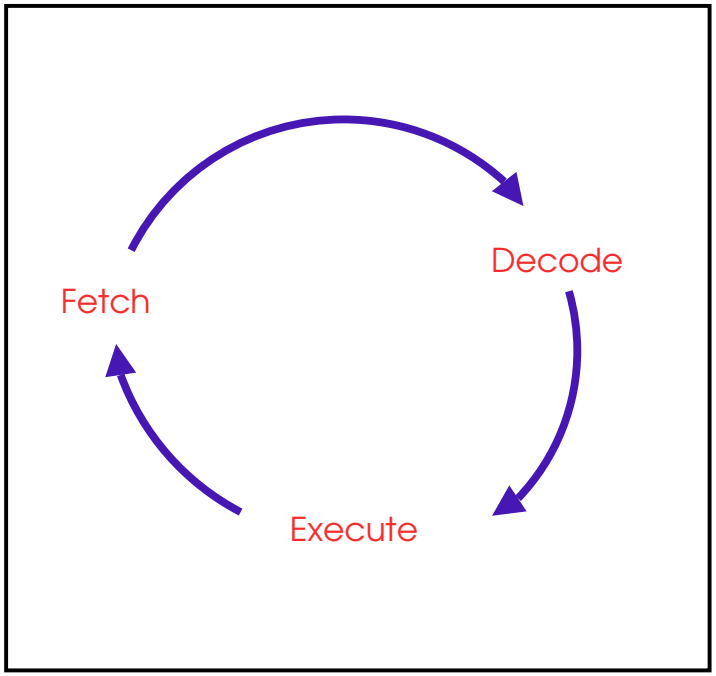


Ciclo di esecuzione



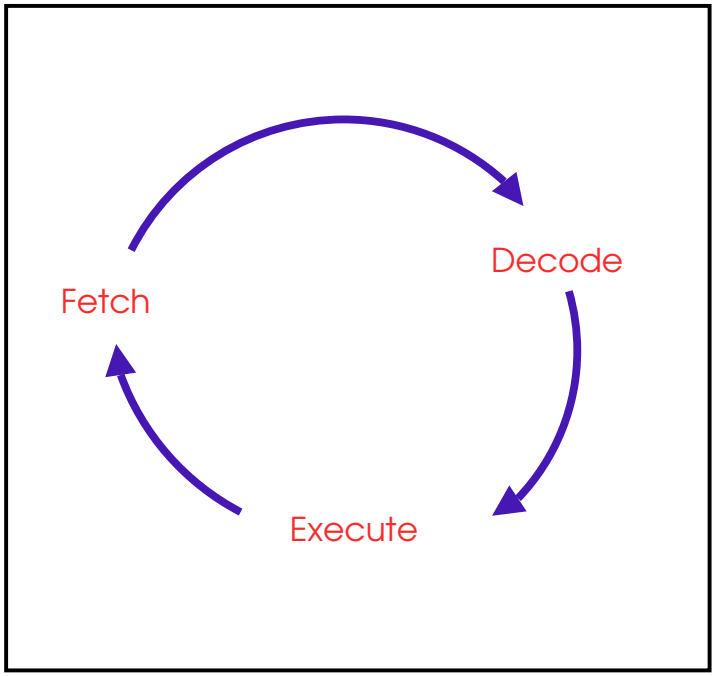
- **Fetch**: preleva dalla memoria la prossima istruzione da eseguire

Ciclo di esecuzione



- **Fetch**: preleva dalla memoria la prossima istruzione da eseguire
- **Decode**: interpreta l'istruzione, cioè ne riconosce il significato

Ciclo di esecuzione



- **Fetch**: preleva dalla memoria la prossima istruzione da eseguire
- **Decode**: interpreta l'istruzione, cioè ne riconosce il significato
- **Execute**: esegue le operazioni elementari corrispondenti all'istruzione

Linguaggio macchina e assembler

- Ogni processore ha un proprio *linguaggio macchina* con un proprio formato delle istruzioni

Linguaggio macchina e assembler

- Ogni processore ha un proprio *linguaggio macchina* con un proprio formato delle istruzioni
- Le istruzioni sono *sequenze di bit* che codificano:
  - l'operazione da eseguire
  - gli operandi su cui tale operazione deve essere eseguita (registri, locazioni di memoria, costanti ...)

Linguaggio macchina e assembler

- Ogni processore ha un proprio *linguaggio macchina* con un proprio formato delle istruzioni
- Le istruzioni sono *sequenze di bit* che codificano:
  - l'operazione da eseguire
  - gli operandi su cui tale operazione deve essere eseguita (registri, locazioni di memoria, costanti ...)
- Il linguaggio *assembler* di un processore è la versione simbolica del linguaggio macchina

Un assembler “giocattolo”

- Celle di memoria individuate da interi, contengono interi

Un assembler “giocattolo”

- Celle di memoria individuate da interi, contengono interi
- Registri del processore `R1`,`R2`,..., contengono interi

Un assembler "giocattolo"

- Celle di memoria individuate da interi, contengono interi
- Registri del processore `R1`,`R2`,..., contengono interi
- Istruzioni di trasferimento:
  - `LOAD R, X`: copia il contenuto della cella `X` nel registro `R`
  - `STORE R, X`: copia il contenuto del registro `R` nella cella `X`

Un assembler "giocattolo"

- Celle di memoria individuate da interi, contengono interi
- Registri del processore `R1`,`R2`,..., contengono interi
- Istruzioni di trasferimento:
  - `LOAD R, X`: copia il contenuto della cella `X` nel registro `R`
  - `STORE R, X`: copia il contenuto del registro `R` nella cella `X`
- Istruzioni aritmetiche su interi:
  - `ADD R1, R2`: somma fra `R1` e `R2`, risultato in `R1`
  - `MUL R1, R2`: moltiplicazione...
  - `SUB R1, R2`: sottrazione...
  - `DIV R1, R2`: divisione...

Un assembler "giocattolo"

- Celle di memoria individuate da interi, contengono interi
- Registri del processore `R1`,`R2`,..., contengono interi
- Istruzioni di trasferimento:
  - `LOAD R, X`: copia il contenuto della cella `X` nel registro `R`
  - `STORE R, X`: copia il contenuto del registro `R` nella cella `X`
- Istruzioni aritmetiche su interi:
  - `ADD R1, R2`: somma fra `R1` e `R2`, risultato in `R1`
  - `MUL R1, R2`: moltiplicazione...
  - `SUB R1, R2`: sottrazione...
  - `DIV R1, R2`: divisione...
- Istruzioni di salto:

  incondizionato

```
    JUMP alfa
    ...
alfa:...
```

Salta all'istruzione con etichetta `alfa`.

Un assembler "giocattolo"

- Celle di memoria individuate da interi, contengono interi
- Registri del processore `R1`,`R2`,..., contengono interi
- Istruzioni di trasferimento:
  - `LOAD R, X`: copia il contenuto della cella `X` nel registro `R`
  - `STORE R, X`: copia il contenuto del registro `R` nella cella `X`
- Istruzioni aritmetiche su interi:
  - `ADD R1, R2`: somma fra `R1` e `R2`, risultato in `R1`
  - `MUL R1, R2`: moltiplicazione...
  - `SUB R1, R2`: sottrazione...
  - `DIV R1, R2`: divisione...
- Istruzioni di salto:

incondizionato

```
    JUMP alfa
    ...
alfa:...
```

Salta all'istruzione con etichetta `alfa`.

condizionato

```
    JZERO R1, alfa
    ...
alfa:...
```

Se `R1` contiene `0` salta all'istruzione con etichetta `alfa`, altrimenti prosegui.

L'algoritmo di Euclide in assembler

MCD fra x e y

1. Calcola il *resto* della divisione di x per y

L'algoritmo di Euclide in assembler

MCD fra x e y

1. Calcola il *resto* della divisione di x per y
2. Se $resto \neq 0$,
   ricomincia dal passo 1 con
   $x \leftarrow y$ e $y \leftarrow resto$

L'algoritmo di Euclide in assembler

MCD fra x e y

1. Calcola il *resto* della divisione di x per y
2. Se *resto* $\neq 0$,
   ricomincia dal passo 1 con
   $x \leftarrow y$ e $y \leftarrow$ *resto*
   altrimenti
   prosegui con il passo successivo

L'algoritmo di Euclide in assembler

MCD fra x e y

1. Calcola il *resto* della divisione di x per y
2. Se *resto* $\neq 0$,
   ricomincia dal passo 1 con
   $x \leftarrow y$ e $y \leftarrow$ *resto*
   altrimenti
   prosegui con il passo successivo
3. MCD è il valore di y

L'algoritmo di Euclide in assembler

MCD fra x e y

1. Calcola il *resto* della divisione di x per y
2. Se $resto \neq 0$,
   ricomincia dal passo 1 con
   $x \leftarrow y$ e $y \leftarrow resto$
   altrimenti
   prosegui con il passo successivo
3. MCD è il valore di y

```
        LOAD  R1, 101
        LOAD  R2, 102
alfa:   DIV   R1, R2
        MUL   R1, R2
        LOAD  R2, 101
        SUB   R2, R1
        JZERO R2, fine
        LOAD  R1, 102
        STORE R1, 101
        STORE R2, 102
        JUMP  alfa
fine:   LOAD  R1, 102
        STORE R1, 103
```

L'algoritmo di Euclide in assembler

```
// input:  #101 contiene x, #102 contiene y
      LOAD  R1, 101     // R1 <- x
      LOAD  R2, 102     // R2 <- y
      // calcola x % y
alfa: DIV   R1, R2      // R1 <- (x / y)
      MUL   R1, R2      // R1 <- (x / y) * y
      LOAD  R2, 101     // R2 <- x
      SUB   R2, R1      // R2 <- x -((x / y) * y) (resto)

      JZERO R2, fine    // se (resto = 0) vai a fine
      // altrimenti (resto != 0) continua
      LOAD  R1, 102     // R1 <-  y
      STORE R1, 101     // x <- y
      STORE R2, 102     // y <- resto
      JUMP  alfa        // torna ad alfa

fine: LOAD  R1, 102     // R1 <- y      (y = MCD)
      STORE R1, 103     // 103 <- MCD
// output: #103 contiene MCD
```

Svantaggi del linguaggio macchina

- È necessario conoscere i dettagli dell'architettura del processore utilizzato e il relativo linguaggio

Svantaggi del linguaggio macchina

- È necessario conoscere i dettagli dell'architettura del processore utilizzato e il relativo linguaggio
- Risulta impossibile trasportare i programmi da una macchina ad una differente

Svantaggi del linguaggio macchina

- È necessario conoscere i dettagli dell'architettura del processore utilizzato e il relativo linguaggio
- Risulta impossibile trasportare i programmi da una macchina ad una differente
- Il programmatore si specializza nell'uso di "trucchi" legati alle caratteristiche specifiche della macchina

  I programmi risultano difficili da comprendere e da modificare

Svantaggi del linguaggio macchina

- È necessario conoscere i dettagli dell'architettura del processore utilizzato e il relativo linguaggio
- Risulta impossibile trasportare i programmi da una macchina ad una differente
- Il programmatore si specializza nell'uso di "trucchi" legati alle caratteristiche specifiche della macchina

  I programmi risultano difficili da comprendere e da modificare
- La struttura logica del programma è nascosta

  Difficile comprendere il programma e correggerlo in presenza di errori

I linguaggi ad alto livello

Obiettivo

Rendere la programmazione indipendente dalle caratteristiche peculiari della macchina utilizzata.

- Non sono pensati per essere compresi direttamente da macchine reali...

  ...ma da macchine *"astratte"*, in grado di effettuare operazioni più ad alto livello rispetto alle operazioni elementari dei processori reali

I linguaggi ad alto livello

Obiettivo

Rendere la programmazione indipendente dalle caratteristiche peculiari della macchina utilizzata.

- Non sono pensati per essere compresi direttamente da macchine reali...

  ...ma da macchine *"astratte"*, in grado di effettuare operazioni più ad alto livello rispetto alle operazioni elementari dei processori reali

- L'attività di programmazione viene svincolata dalla conoscenza dei dettagli architetturali della macchina utilizzata

Compilatori e interpreti

- La macchina astratta viene implementata sulla macchina reale **M** da un opportuno strumento di "traduzione"

Compilatori e interpreti

- La macchina astratta viene implementata sulla macchina reale **M** da un opportuno strumento di "traduzione"
  - **Compilatore**
    È un programma che *traduce* un programma del linguaggio **L** in un programma equivalente nel linguaggio macchina di **M**

Compilatori e interpreti

- La macchina astratta viene implementata sulla macchina reale **M** da un opportuno strumento di "traduzione"
  - **Compilatore**
    È un programma che *traduce* un programma del linguaggio **L** in un programma equivalente nel linguaggio macchina di **M**
  - **Interprete**
    È un programma che simula direttamente la macchina astratta:
    - legge un'istruzione del programma P

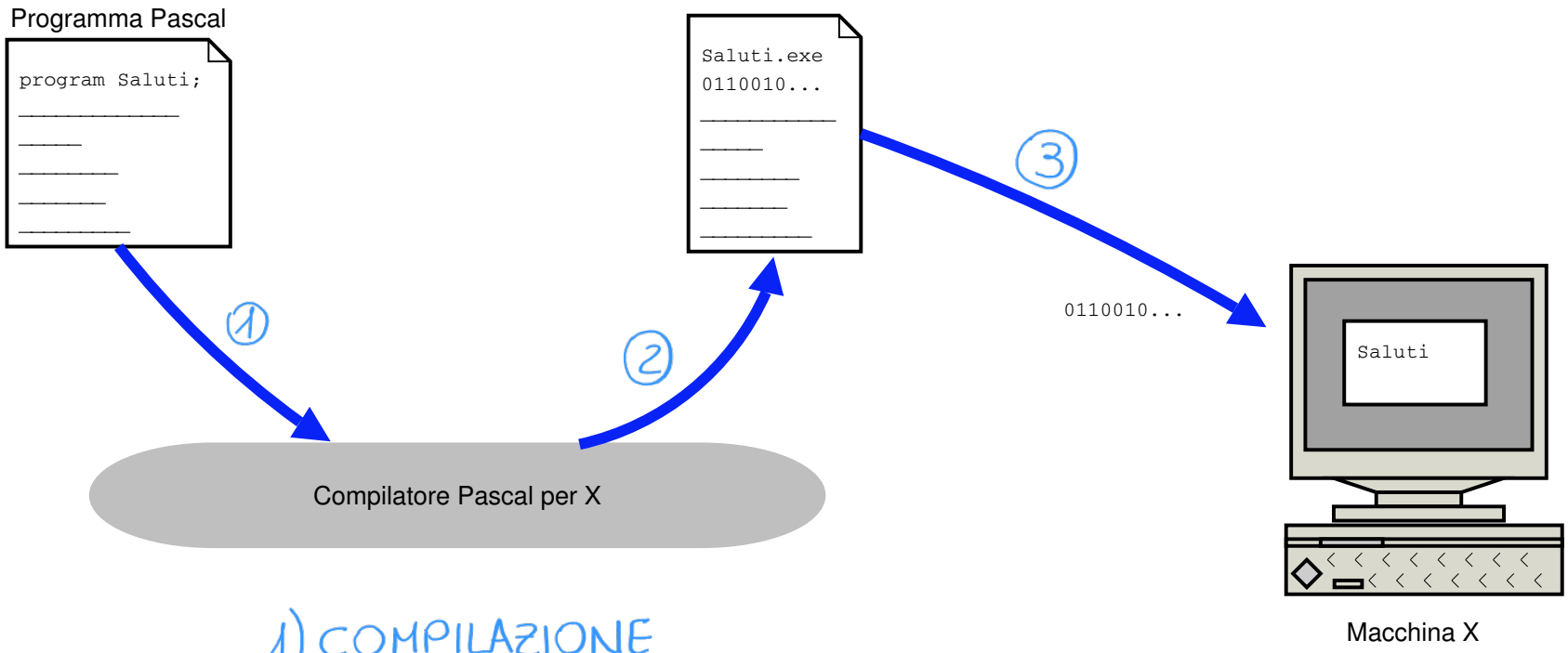
Compilatori e interpreti

- La macchina astratta viene implementata sulla macchina reale **M** da un opportuno strumento di "traduzione"
  - **Compilatore**
    È un programma che *traduce* un programma del linguaggio **L** in un programma equivalente nel linguaggio macchina di **M**
  - **Interprete**
    È un programma che simula direttamente la macchina astratta:
    - legge un'istruzione del programma P
    - effettua le operazioni del linguaggio macchina corrispondenti al suo significato

Compilatori e interpreti

- La macchina astratta viene implementata sulla macchina reale **M** da un opportuno strumento di "traduzione"
  - **Compilatore**
    È un programma che *traduce* un programma del linguaggio **L** in un programma equivalente nel linguaggio macchina di **M**
  - **Interprete**
    È un programma che simula direttamente la macchina astratta:
    - legge un'istruzione del programma P
    - effettua le operazioni del linguaggio macchina corrispondenti al suo significato
    - passa a considerare l'istruzione successiva

Compilatori



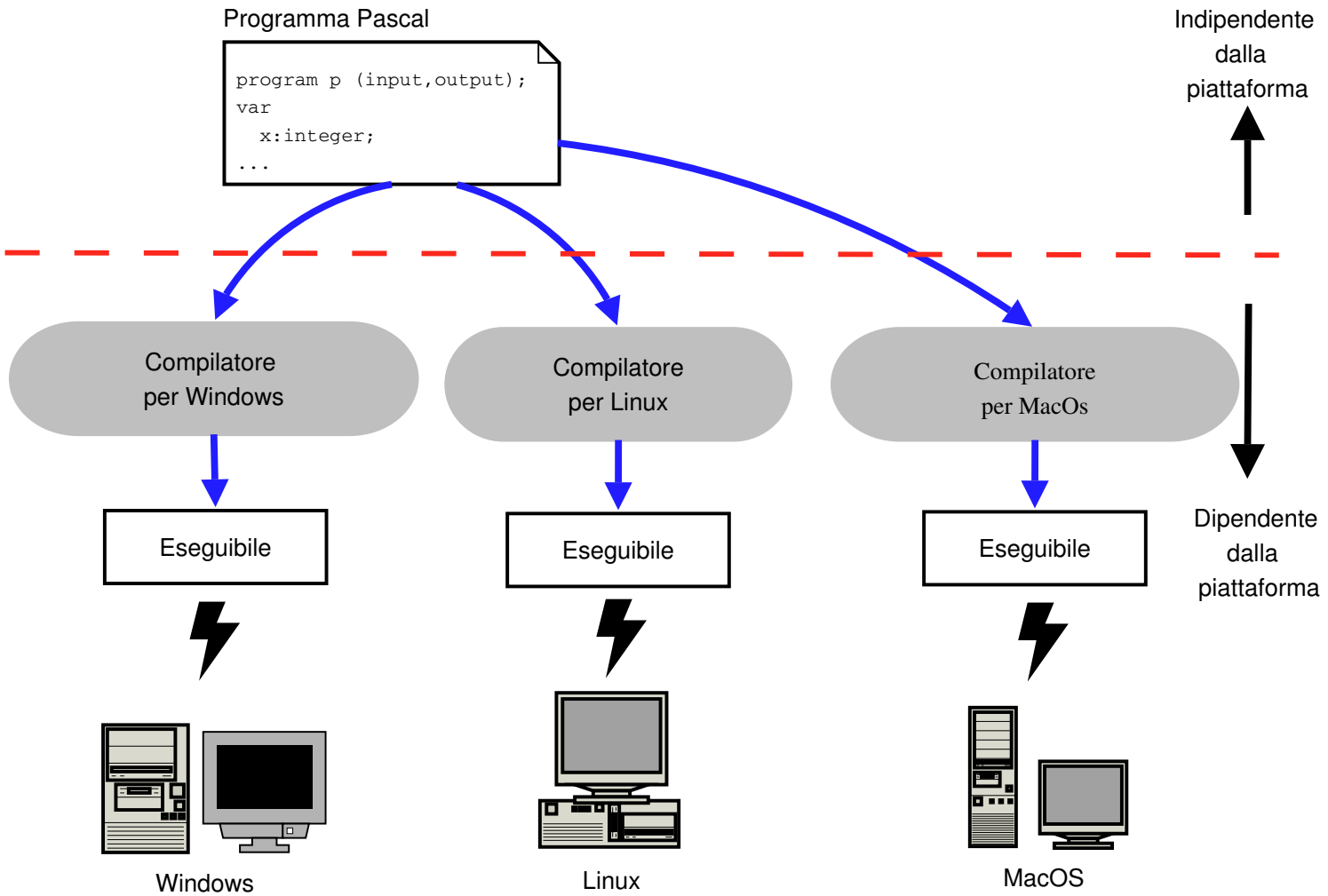
FASI:

1) COMPILAZIONE

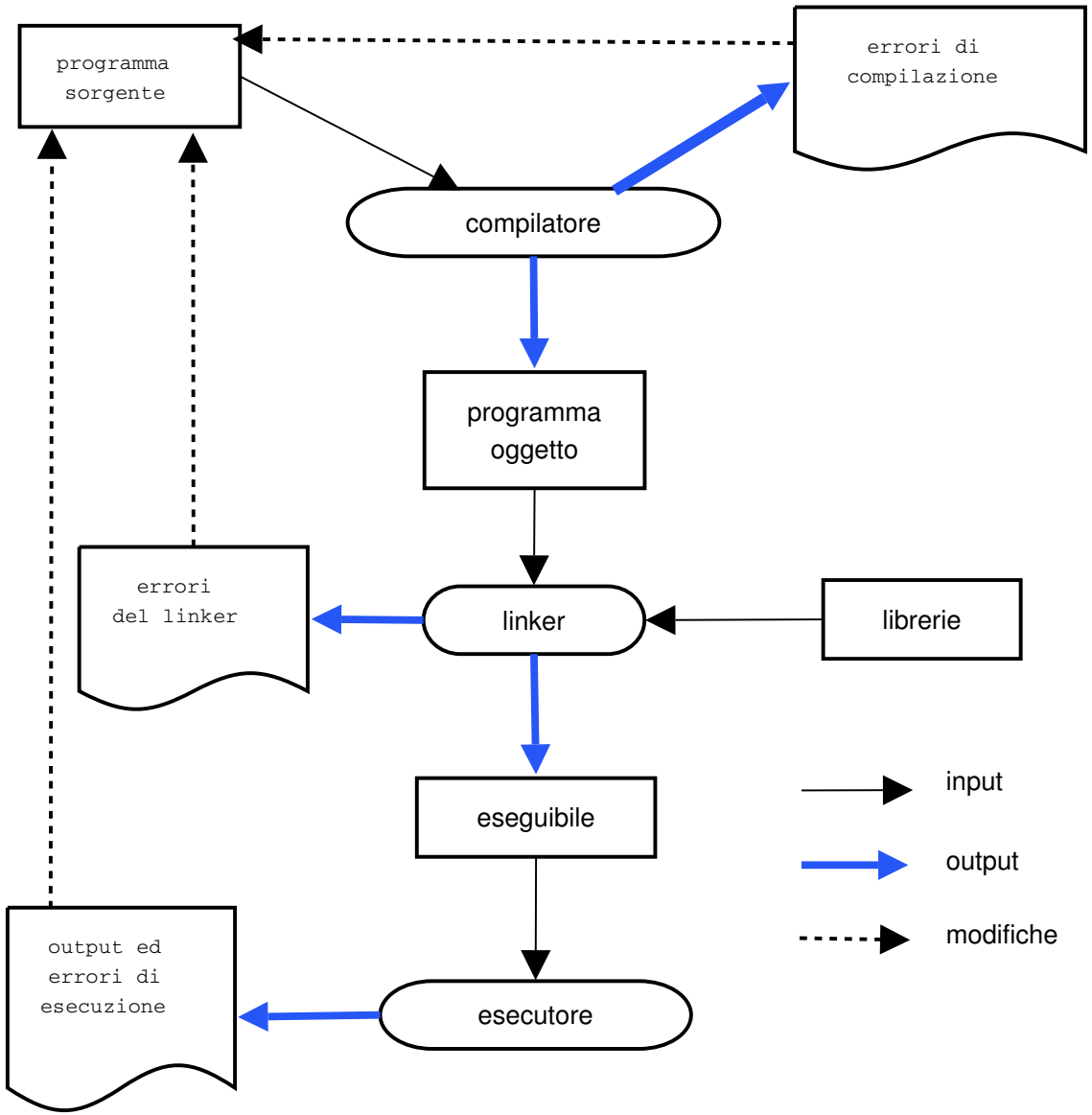
2) TRADUZIONE

3) ESECUZIONE

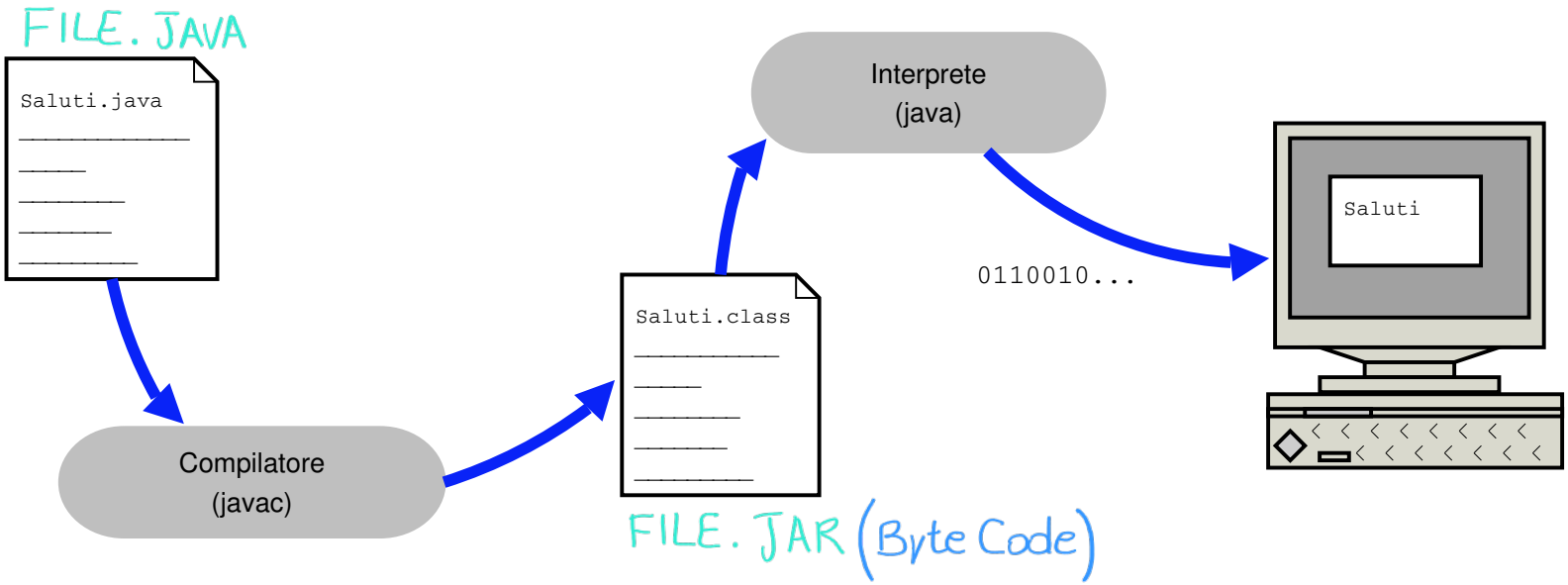
Vantaggi: portabilità del sorgente



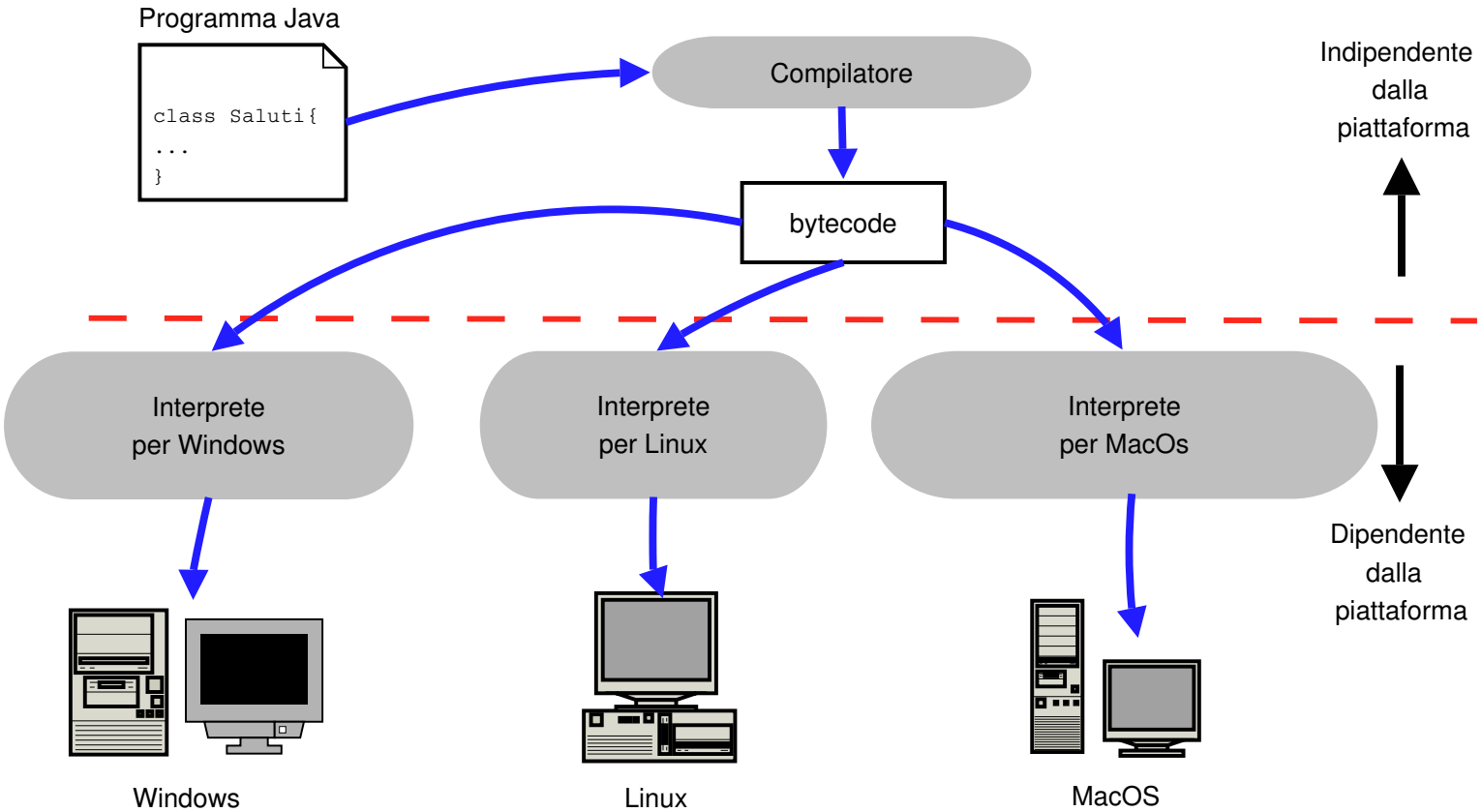
Strumenti per la stesura dei programmi



Java Virtual Machine (JVM)



Vantaggi: portabilità del bytecode



JAVA: Esploso negli anni 90

JAVA Byte Code: file compilato e che verrà tradotto.

↳ codice scritto (file.java) → viene compilato →

→ Java Byte Code (file.class) → interprete → traduzione →

→ console.

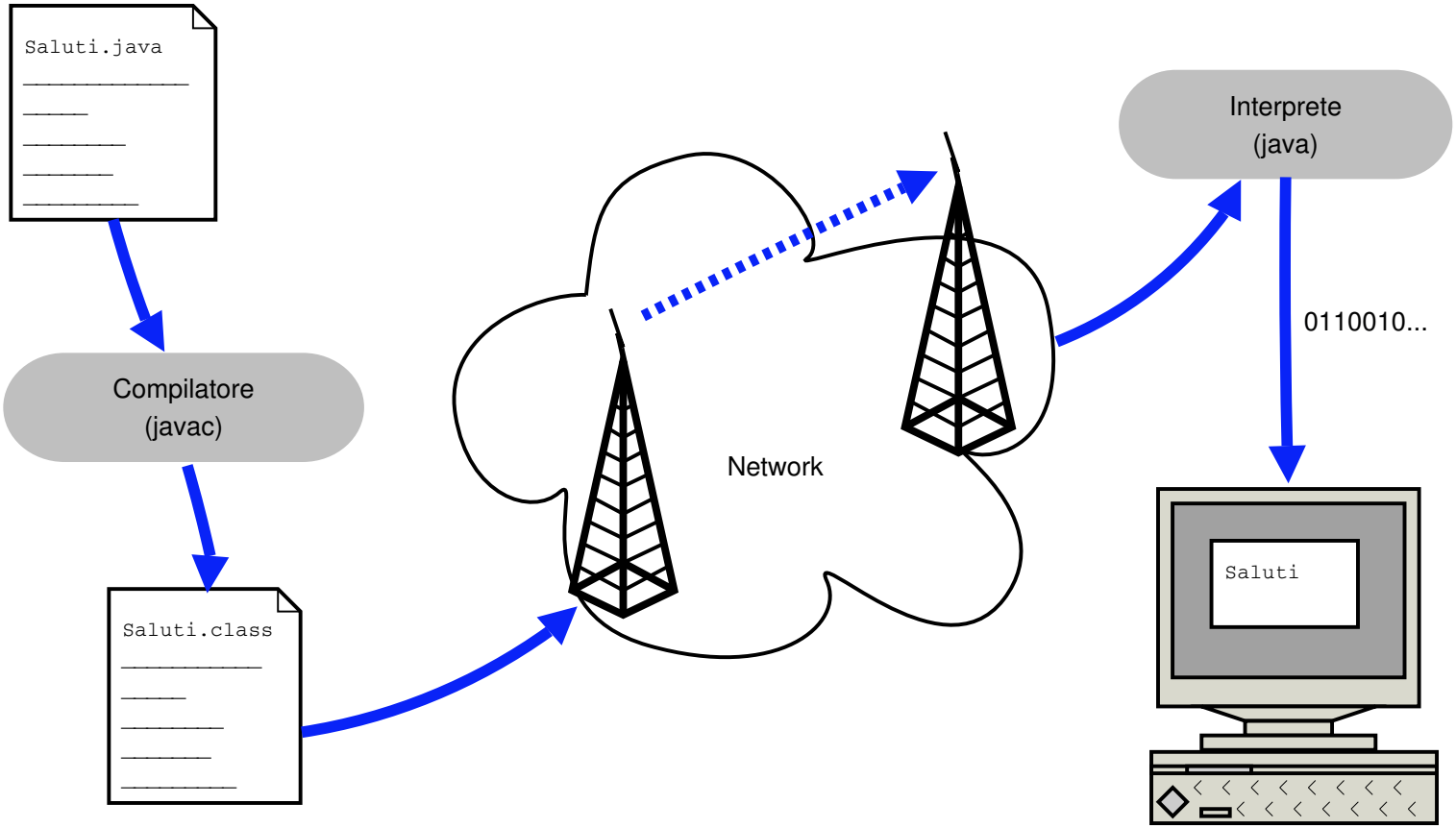
Quando scarico un app, ho la JAR (Byte Code), cioè dei file già compilati, pronti per essere interpretati (codice interprete), che sono diversi dal codice sorgente compilato (file JDK).
Per programmare ho bisogno del file JDK.

JAVA e JAVAC sono cose diverse:

JAVA → Runtime Enviroment → INTERPRETARE → mi permette di eseguire il codice ma non modificarlo.

JAVAC (Java Compiler) → COMPILARE → mi permette di modificare codice e quindi compilarlo

Il vantaggio di questo meccanismo



Il ruolo della macchina astratta

- Il linguaggio assembler ha una *semantica* (significato delle istruzioni) descritta in termini delle operazioni del processore (*semantica operazionale*)

Il ruolo della macchina astratta

- Il linguaggio assembler ha una *semantica* (significato delle istruzioni) descritta in termini delle operazioni del processore (*semantica operazionale*)

```
LOAD R1, 102
```

Copia il valore della locazione di memoria 102 nel registro R1

Il ruolo della macchina astratta

- Il linguaggio assembler ha una *semantica* (significato delle istruzioni) descritta in termini delle operazioni del processore (*semantica operazionale*)

```
LOAD R1, 102
```

Copia il valore della locazione di memoria 102 nel registro R1

- Per descrivere il significato delle istruzioni di un linguaggio ad alto livello possiamo fare riferimento ad una *macchina astratta*

SINTASSI: come si scrive, errore di scrittura

SEMANTICA: significato delle parole, il compilatore non riconosce il significato di cosa abbiamo scritto.

LINGUAGGIO TIPIZZATO: non bisogna dichiarare il tipo di variabile perché il compilatore lo capisce automaticamente.
In caso di errore lo posso individuare solo nell'interfaccia a script eseguito.

LINGUAGGIO NON TIPIZZATO: bisogna dichiarare il tipo di variabile perché il compilatore non lo capisce automaticamente.
In caso di errore lo posso individuare in fase di compilazione.

Il ruolo della macchina astratta

- L'introduzione dei linguaggi ad alto livello comporta *l'aggiunta di un livello di astrazione* rispetto all'architettura della macchina

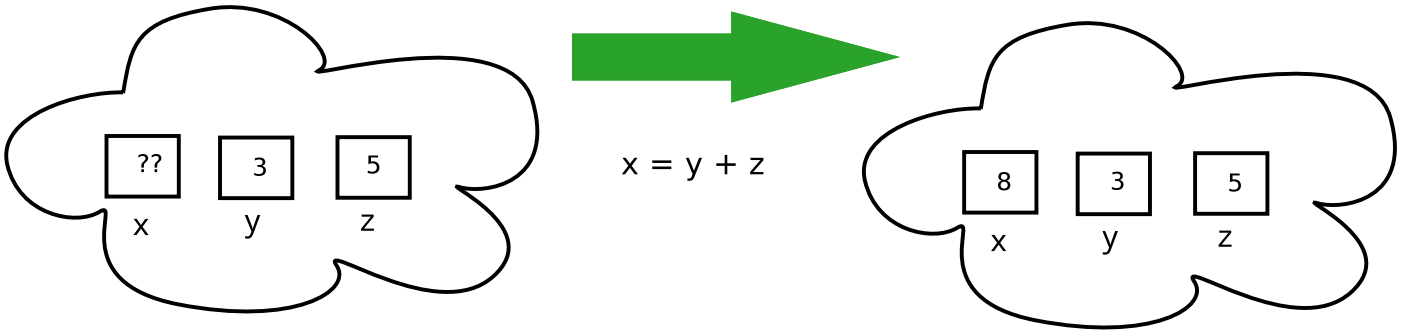
Il ruolo della macchina astratta

- L'introduzione dei linguaggi ad alto livello comporta *l'aggiunta di un livello di astrazione* rispetto all'architettura della macchina

- Un programmatore Java *scrive i programmi facendo riferimento alla macchina astratta Java*...

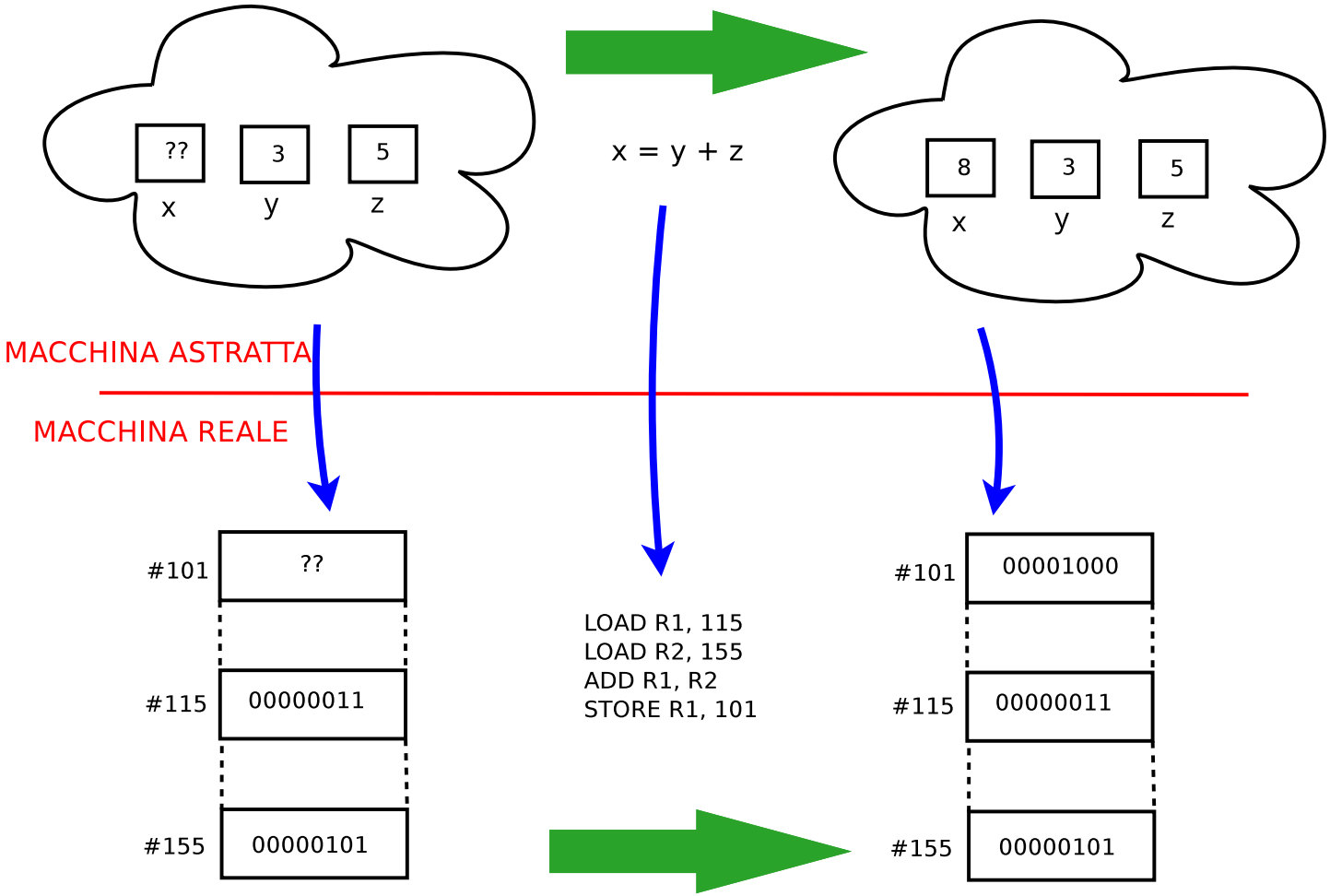
  ...cioè pensa i programmi in termini delle operazioni della macchina astratta non in termini delle operazioni del processore

La macchina astratta



MACCHINA ASTRATTA

La macchina astratta



Programmazione strutturata

- Metodologia introdotta agli inizi degli anni settanta

Programmazione strutturata

- Metodologia introdotta agli inizi degli anni settanta
- L'esecutore è guidato alla sequenza di esecuzione opportuna, tra tutte quelle possibili, mediante tre *strutture di controllo* fondamentali:

Programmazione strutturata

- Metodologia introdotta agli inizi degli anni settanta
- L'esecutore è guidato alla sequenza di esecuzione opportuna, tra tutte quelle possibili, mediante tre *strutture di controllo* fondamentali:
  - **Sequenza**: permette di eseguire le istruzioni secondo l'ordine in cui sono scritte

Programmazione strutturata

- Metodologia introdotta agli inizi degli anni settanta
- L'esecutore è guidato alla sequenza di esecuzione opportuna, tra tutte quelle possibili, mediante tre *strutture di controllo* fondamentali:
  - **Sequenza**: permette di eseguire le istruzioni secondo l'ordine in cui sono scritte
  - **Selezione**: permette di scegliere l'esecuzione di un blocco di istruzioni tra due possibili in base al valore di una condizione

Programmazione strutturata

- Metodologia introdotta agli inizi degli anni settanta
- L'esecutore è guidato alla sequenza di esecuzione opportuna, tra tutte quelle possibili, mediante tre *strutture di controllo* fondamentali:
  - **Sequenza**: permette di eseguire le istruzioni secondo l'ordine in cui sono scritte
  - **Selezione**: permette di scegliere l'esecuzione di un blocco di istruzioni tra due possibili in base al valore di una condizione
  - **Iterazione**: permette di ripetere l'esecuzione di una o più istruzioni in base al valore di una condizione

Programmazione strutturata

- L'impiego di queste strutture migliora la leggibilità dei programmi

Programmazione strutturata

- L'impiego di queste strutture migliora la leggibilità dei programmi
  - Ogni struttura di controllo ha un solo *punto di ingresso* e un solo *punto d'uscita*

Programmazione strutturata

- L'impiego di queste strutture migliora la leggibilità dei programmi
  - Ogni struttura di controllo ha un solo *punto di ingresso* e un solo *punto d'uscita*
  - Il flusso di esecuzione è evidente dalla struttura del codice

Programmazione strutturata

- L'impiego di queste strutture migliora la leggibilità dei programmi
  - Ogni struttura di controllo ha un solo *punto di ingresso* e un solo *punto d'uscita*
  - Il flusso di esecuzione è evidente dalla struttura del codice

Completezza

Tutti i programmi esprimibili tramite istruzioni di salto (*goto*) o diagrammi di flusso (*flow-chart*) possono essere riscritti utilizzando esclusivamente le tre strutture di controllo fondamentali.

Sequenza

- Le istruzioni sono eseguite nello stesso ordine in cui compaiono nel programma, cioè secondo la *sequenza* in cui sono scritte.

Sequenza

- Le istruzioni sono eseguite nello stesso ordine in cui compaiono nel programma, cioè secondo la *sequenza* in cui sono scritte.

Somma di due numeri

leggi i numeri a, b
calcola $a + b$
scrivi il risultato

Selezione

Sintassi

```
SE condizione
  ALLORA
    blocco1
  ALTRIMENTI
    blocco2
FINESE
```

Selezione

Sintassi

```
SE condizione
  ALLORA
    blocco1
  ALTRIMENTI
    blocco2
FINESE
```

Esecuzione

(1) Viene valutata *condizione*

Selezione

Sintassi

```
SE condizione
  ALLORA
    blocco1
  ALTRIMENTI
    blocco2
FINESE
```

Esecuzione

(1) Viene valutata *condizione*

- *se è vera*, vengono eseguite le istruzioni del *blocco1*

Selezione

Sintassi

```
SE condizione
  ALLORA
    blocco1
  ALTRIMENTI
    blocco2
FINESE
```

Esecuzione

(1) Viene valutata *condizione*

- *se è vera*, vengono eseguite le istruzioni del *blocco1*
- *se è falsa*, vengono eseguite quelle del *blocco2*

Selezione

Sintassi

```
SE condizione
  ALLORA
    blocco1
  ALTRIMENTI
    blocco2
FINESE
```

Esecuzione

(1) Viene valutata *condizione*

- *se è vera*, vengono eseguite le istruzioni del *blocco1*
- *se è falsa*, vengono eseguite quelle del *blocco2*

(2) L'esecuzione procede con l'istruzione che segue immediatamente la fine del costrutto di selezione (`FINESE`)

Selezione (senza ALTRIMENTI)

Sintassi

```
SE condizione
  ALLORA
    blocco1
FINESE
```

Selezione (senza ALTRIMENTI)

Sintassi

```
SE condizione
  ALLORA
    blocco1
FINESE
```

Esecuzione

Viene valutata *condizione*:

- *se è vera*, vengono eseguite le istruzioni del *blocco1*

Selezione (senza ALTRIMENTI)

Sintassi

```
SE condizione
  ALLORA
    blocco1
FINESE
```

Esecuzione

Viene valutata *condizione*:

- *se è vera*, vengono eseguite le istruzioni del *blocco1*

  quindi l'esecuzione riprende dalla prima istruzione che segue il costrutto di selezione

Selezione (senza ALTRIMENTI)

Sintassi

```
SE condizione
  ALLORA
    blocco1
FINESE
```

Esecuzione

Viene valutata *condizione*:

- *se è vera*, vengono eseguite le istruzioni del *blocco1*

  quindi l'esecuzione riprende dalla prima istruzione che segue il costrutto di selezione

- *se è falsa*, l'esecuzione prosegue direttamente dalla prima istruzione che segue il costrutto di selezione

Esempio

- Calcolo della divisione tra due numeri controllando che il divisore sia diverso da zero:

```
leggi il dividendo e il divisore
SE il divisore è diverso da zero
  ALLORA
    calcola dividendo/divisore
    scrivi il risultato
  ALTRIMENTI
    scrivi "errore: divisione per zero"
FINESE
```

Esempio: calcolo delle radici di $ax^2 + bx + c = 0$

leggi i valori dei parametri a, b, c
calcola il discriminante
SE il discriminante è minore di zero
  ALLORA
    scrivi "nessuna soluzione reale"
  ALTRIMENTI
    SE il discriminante è uguale a zero
      ALLORA
        calcola $\frac{-b}{2a}$
        scrivi "Due soluzioni coincidenti: ", il risultato
      ALTRIMENTI
        scrivi "Due soluzioni: ",
        calcola $\frac{-b-\sqrt{b^2-4ac}}{2a}$
        scrivi il risultato
        calcola $\frac{-b+\sqrt{b^2-4ac}}{2a}$
        scrivi il risultato
    FINESE
FINESE

Iterazione (schema 1)

Sintassi

```
ESEGUI
   blocco
QUANDO condizione
```

Iterazione (schema 1)

Sintassi

```
ESEGUI
   blocco
QUANDO condizione
```

Esecuzione

(1) Viene eseguito *blocco*

Iterazione (schema 1)

Sintassi

```
ESEGUI
   blocco
QUANDO condizione
```

Esecuzione

(1) Viene eseguito *blocco*

(2) Viene valutata *condizione*:

Iterazione (schema 1)

Sintassi

```
ESEGUI
  blocco
QUANDO condizione
```

Esecuzione

(1) Viene eseguito *blocco*

(2) Viene valutata *condizione*:

- *se è vera*, si ritorna al punto (1)

Iterazione (schema 1)

Sintassi

```
ESEGUI
  blocco
QUANDO condizione
```

Esecuzione

(1) Viene eseguito *blocco*

(2) Viene valutata *condizione*:

- *se è vera*, si ritorna al punto (1)
- *se è falsa*, si prosegue con la prima istruzione scritta dopo il costrutto iterativo

Iterazione (schema 1)

Sintassi

```
ESEGUI
  blocco
QUANDO condizione
```

Esecuzione

(1) Viene eseguito *blocco*

(2) Viene valutata *condizione*:

- *se è vera*, si ritorna al punto (1)
- *se è falsa*, si prosegue con la prima istruzione scritta dopo il costrutto iterativo

- il *blocco* è eseguito *almeno una volta*
- termina quando la *condizione* diventa falsa

Esempio: somma dei primi 100 numeri interi

- Calcolo iterativo, senza utilizzare la formula di Gauss ($\sum_{i=1}^{n} i = \frac{n(n+1)}{2}$)

poni il valore della somma a zero
inizia a considerare il numero 1
ESEGUI
  aggiungi alla somma il numero che stai considerando
  considera il numero successivo
QUANDO il numero che stai considerando non supera 100
scrivi la somma

Iterazione (schema 2)

Sintassi

```
QUANDO condizione ESEGUI
  blocco
RIPETI
```

Iterazione (schema 2)

Sintassi

```
QUANDO condizione ESEGUI
  blocco
RIPETI
```

Esecuzione

(1) Viene valutata la *condizione*:

Iterazione (schema 2)

Sintassi

```
QUANDO condizione ESEGUI
  blocco
RIPETI
```

Esecuzione

(1) Viene valutata la *condizione*:

- *se è vera*, viene eseguito *blocco*
  quindi si torna al punto (1)

Iterazione (schema 2)

Sintassi

```
QUANDO condizione ESEGUI
  blocco
RIPETI
```

Esecuzione

(1) Viene valutata la *condizione*:

- *se è vera*, viene eseguito *blocco*
  quindi si torna al punto (1)
- *se è falsa*, l'esecuzione riprende dalla prima l'istruzione che segue il costrutto iterativo

Iterazione (schema 2)

Sintassi

```
QUANDO condizione ESEGUI
  blocco
RIPETI
```

Esecuzione

(1) Viene valutata la *condizione*:

- *se è vera*, viene eseguito *blocco*
  quindi si torna al punto (1)
- *se è falsa*, l'esecuzione riprende dalla prima l'istruzione che segue il costrutto iterativo

- il *blocco* può essere eseguito anche zero volte
- termina quando la *condizione* diventa falsa

Simulazione

- Il comportamento dello schema `QUANDO...RIPETI` può essere simulato combinando `ESEGUI...QUANDO...` e selezione

Simulazione

- Il comportamento dello schema `QUANDO...RIPETI` può essere simulato combinando `ESEGUI...QUANDO...` e selezione

```
SE condizione
  ALLORA
    ESEGUI
      blocco
    QUANDO condizione
FINESE
```

Variabili e assegnamenti

- Una **variabile** è un *contenitore* preposto a contenere dei valori

Variabili e assegnamenti

- Una **variabile** è un *contenitore* preposto a contenere dei valori

Istruzione di assegnamento

variabile $\leftarrow$ espressione

Variabili e assegnamenti

- Una **variabile** è un *contenitore* preposto a contenere dei valori

Istruzione di assegnamento

variabile $\leftarrow$ espressione

Semantica operazionale

(1) Viene calcolato il valore dell'espressione scritta a destra del simbolo $\leftarrow$

Variabili e assegnamenti

- Una **variabile** è un *contenitore* preposto a contenere dei valori

Istruzione di assegnamento

variabile $\leftarrow$ espressione

Semantica operazionale

(1) Viene calcolato il valore dell'espressione scritta a destra del simbolo $\leftarrow$

(2) Il risultato ottenuto è assegnato alla variabile (quindi posto nel contenitore) il cui nome è scritto a sinistra del simbolo $\leftarrow$, sovrascrivendo il valore precedentemente contenuto prima.

Variabili e assegnamenti

- Una **variabile** è un *contenitore* preposto a contenere dei valori

Istruzione di assegnamento

variabile $\leftarrow$ espressione

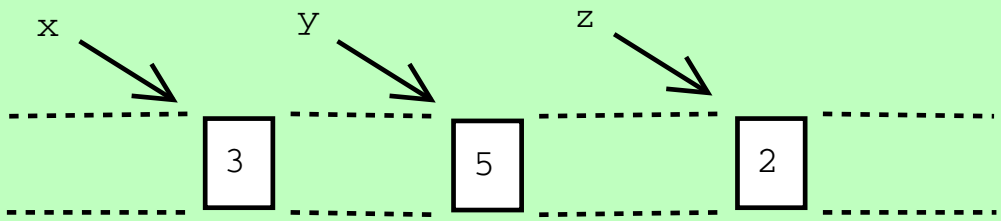
Semantica operazionale

(1) Viene calcolato il valore dell'espressione scritta a destra del simbolo $\leftarrow$

(2) Il risultato ottenuto è assegnato alla variabile (quindi posto nel contenitore) il cui nome è scritto a sinistra del simbolo $\leftarrow$, sovrascrivendo il valore precedentemente contenuto prima.

- **Osservazione**: Molti linguaggi, tra cui anche Java, utilizzano per l'assegnamento il simbolo =, usato comunemente per indicare l'uguaglianza.

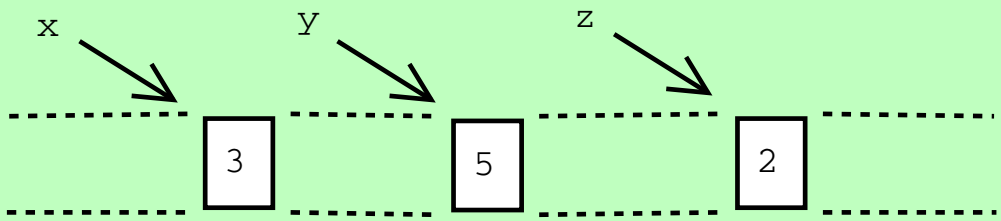
Esempio




```
x ← y + z
```

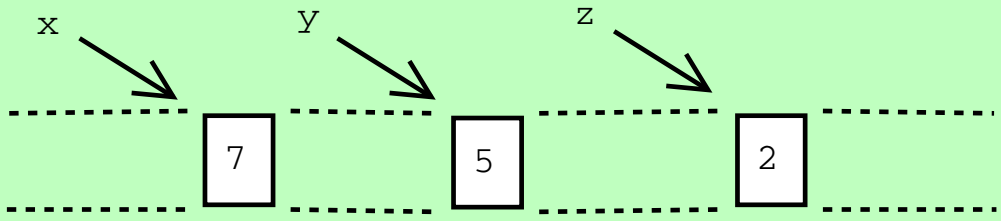
- Si *valuta l'espressione* `y+z`, recuperando i valori presenti in `y` e `z` e facendone la somma

Esempio



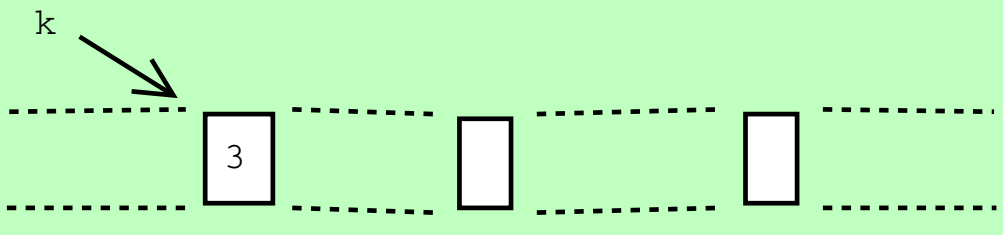
`x ← y + z`

- Si *valuta l'espressione* `y+z`, recuperando i valori presenti in `y` e `z` e facendone la somma



- Si pone il risultato nel contenitore di cui `x` è il nome sovrascrivendo il valore precedentemente contenuto

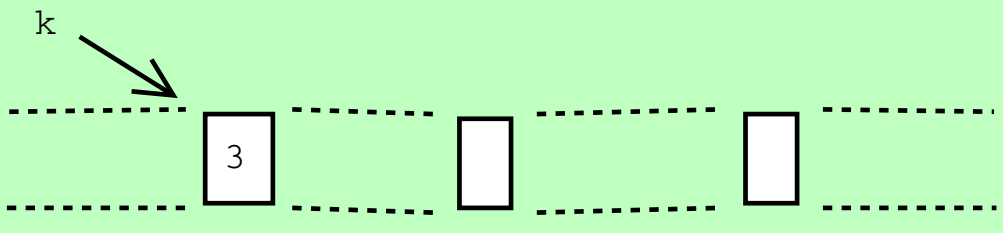
Esempio




```
k ← k + 1
```

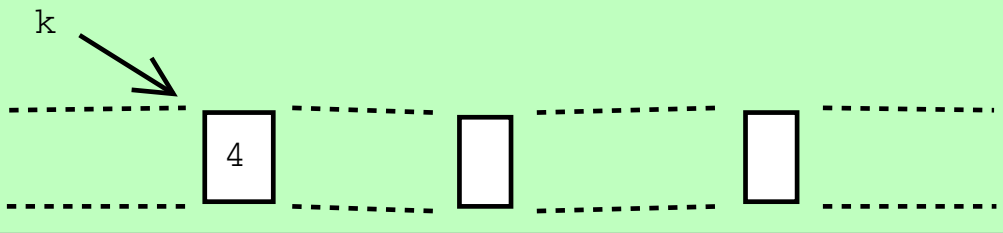
- Si valuta l'espressione `k+1`, recuperando il valore di `k` (3) e sommandogli `1`

Esempio



$$\texttt{k} \leftarrow \texttt{k} + 1$$

- Si valuta l'espressione `k+1`, recuperando il valore di `k` (3) e sommandogli `1`



- Si pone il risultato nel contenitore di cui `k` è il nome sovrascrivendo il valore precedentemente contenuto

Tipo

- Il **tipo** di una variabile specifica:
  - l'insieme dei valori che in essa possono essere memorizzati
  - l'insieme delle operazioni che possono essere effettuate su di essa

Tipo

- Il **tipo** di una variabile specifica:
  - l'insieme dei valori che in essa possono essere memorizzati
  - l'insieme delle operazioni che possono essere effettuate su di essa

Esempio: `x` di tipo intero

- può assumere come valori solo *numeri interi*
- su di essa possono essere effettuate soltanto *le operazioni consentite per i numeri interi*

Astrazioni

Variabili

- Il concetto di **variabile** è un'*astrazione* del concetto di locazione di memoria
- L'**assegnamento** di un valore a una variabile è un'astrazione dell'operazione `STORE`

Astrazioni

Variabili

- Il concetto di **variabile** è un'*astrazione* del concetto di locazione di memoria
- L'**assegnamento** di un valore a una variabile è un'astrazione dell'operazione `STORE`

Tipi

- Tutte le variabili siano rappresentate nella memoria come sequenze di bit, tali sequenze sono *interpretate diversamente a seconda del tipo della variabile*

Astrazioni

Variabili

- Il concetto di **variabile** è un'*astrazione* del concetto di locazione di memoria
- L'**assegnamento** di un valore a una variabile è un'astrazione dell'operazione `STORE`

Tipi

- Tutte le variabili siano rappresentate nella memoria come sequenze di bit, tali sequenze sono *interpretate diversamente a seconda del tipo della variabile*
  - `00001010` come intero `10`
  - `00001010` come `char 'A'`

Astrazioni

Variabili

- Il concetto di **variabile** è un'*astrazione* del concetto di locazione di memoria
- L'**assegnamento** di un valore a una variabile è un'astrazione dell'operazione `STORE`

Tipi

- Tutte le variabili siano rappresentate nella memoria come sequenze di bit, tali sequenze sono *interpretate diversamente a seconda del tipo della variabile*
  - `00001010` come intero `10`
  - `00001010` come `char 'A'`
- La nozione di tipo fornisce un'astrazione rispetto alla *rappresentazione effettiva dei dati*, il programmatore può utilizzare variabili di tipo differente, senza la necessità di conoscerne l'effettiva rappresentazione

Dichiarazione delle variabili

- Molti linguaggi richiedono di **dichiarare** le variabili prima del loro utilizzo.
  - Alcuni linguaggi (ad esempio Pascal) richiedono che le variabili siano dichiarate tutte all'inizio del programma
  - Alcuni linguaggi richiedono che siano dichiarate prima del loro utilizzo (ad esempio Java)

Dichiarazione delle variabili

- Molti linguaggi richiedono di **dichiarare** le variabili prima del loro utilizzo.
  - Alcuni linguaggi (ad esempio Pascal) richiedono che le variabili siano dichiarate tutte all'inizio del programma
  - Alcuni linguaggi richiedono che siano dichiarate prima del loro utilizzo (ad esempio Java)

- **Vantaggi**:
  - accresce la leggibilità dei programmi
  - diminuisce la possibilità di errori
  - facilita la realizzazione di compilatori efficienti

Esempio: calcolo delle radici di $ax^2 + bx + c = 0$

variabili a, b, c, discriminante, x, x1, x2: numeri reali

leggi a, b, c
discriminante $\leftarrow$ b^2 - 4 * a * c
SE discriminante < 0
  ALLORA
    scrivi "nessuna soluzione reale"
  ALTRIMENTI
    SE discriminante == 0
      ALLORA
        x $\leftarrow$ - b / (2 * a)
        scrivi "Due soluzioni coincidenti: ", x
      ALTRIMENTI
        x1 $\leftarrow$ (- b - $\sqrt{\text{discriminante}}$) / (2 * a)
        x2 $\leftarrow$ (- b + $\sqrt{\text{discriminante}}$) / (2 * a)
        scrivi "Due soluzioni: ", x1, x2
    FINESE
FINESE

Sintassi di un linguaggio

Sintassi

Specifica *come si scrivono* le frasi del linguaggio.

Sintassi di un linguaggio

Sintassi

Specifica *come si scrivono* le frasi del linguaggio.

- Esistono varie notazioni per descrivere la sintassi dei linguaggi:
  - BNF (Bakus-Naur Form)
  - Carte sintattiche
  - ...

Sintassi di un linguaggio

Sintassi

Specifica *come si scrivono* le frasi del linguaggio.

- Esistono varie notazioni per descrivere la sintassi dei linguaggi:
  - BNF (Bakus-Naur Form)
  - Carte sintattiche
  - ...

Esempio: sintassi dei numeri reali (3.14)

```
    <reale> ::= <seq_cifre> . <seq_cifre>
<seq_cifre> ::= <cifra> | <cifra> <seq_cifre>
    <cifra> ::= 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9
```

Semantica di un linguaggio

Semantica

Specifica il *significato* di un programma.

Semantica di un linguaggio

Semantica

Specifica il *significato* di un programma.

Esempio: sintassi date

```
<data> ::= <c><c> . <c><c> . <c><c><c><c>
   <c> ::= 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9
```

Semantica di un linguaggio

Semantica

Specifica il *significato* di un programma.

Esempio: sintassi date

```
<data> ::= <c><c> . <c><c> . <c><c><c><c>
   <c> ::= 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9
```

- `01.02.2015` è una data. Il giorno a cui questa data si riferisce *non è identificato dalla sintassi*

Semantica di un linguaggio

Semantica

Specifica il *significato* di un programma.

Esempio: sintassi date

```
<data> ::= <c><c> . <c><c> . <c><c><c><c>
   <c> ::= 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9
```

- `01.02.2015` è una data. Il giorno a cui questa data si riferisce *non è identificato dalla sintassi*

```
01.02.2015  USA    2 Gennaio 2015
01.02.2015  Europa 1 Febbraio 2015
```

Descrizione dei linguaggi

- **Tutorial**
  Si tratta di "visite guidate al linguaggio". Lo scopo è quello di introdurre la semantica e la sintassi gradualmente, in genere tramite esempi.

Descrizione dei linguaggi

- **Tutorial**
  Si tratta di "visite guidate al linguaggio". Lo scopo è quello di introdurre la semantica e la sintassi gradualmente, in genere tramite esempi.

- **Manuali di riferimento**
  Descrivono in modo preciso (ma non formale) la sintassi e la semantica del linguaggio. La presentazione del linguaggio ruota attorno alla sintassi. Sono rivolti ai programmatori.

Descrizione dei linguaggi

- **Tutorial**
  Si tratta di "visite guidate al linguaggio". Lo scopo è quello di introdurre la semantica e la sintassi gradualmente, in genere tramite esempi.

- **Manuali di riferimento**
  Descrivono in modo preciso (ma non formale) la sintassi e la semantica del linguaggio. La presentazione del linguaggio ruota attorno alla sintassi. Sono rivolti ai programmatori.

- **Definizioni formali**
  Sono rivolte agli specialisti, in genere la sintassi e la semantica vengono presentate tramite linguaggi formali (o semi-formali) allo scopo di eliminare le possibili ambiguità del linguaggio naturale. Sono utilizzati nella costruzione dei compilatori.

Grammatica

$$G = (T, N, P, S)$$

Grammatica

$$G = (T, N, P, S)$$

- T insieme finito dei *simboli terminali*, cioè dei simboli che costituiranno le sentenze del linguaggio

Grammatica

$$G = (T, N, P, S)$$

- T insieme finito dei *simboli terminali*, cioè dei simboli che costituiranno le sentenze del linguaggio
- N insieme finito dei *simboli non terminali*, o *metasimboli*, utilizzati nella costruzione delle sentenze del linguaggio

Grammatica

$$G = (T, N, P, S)$$

- T insieme finito dei *simboli terminali*, cioè dei simboli che costituiranno le sentenze del linguaggio
- N insieme finito dei *simboli non terminali*, o *metasimboli*, utilizzati nella costruzione delle sentenze del linguaggio
- P insieme finito delle *regole di produzione*

Grammatica

$$G = (T, N, P, S)$$

- T insieme finito dei *simboli terminali*, cioè dei simboli che costituiranno le sentenze del linguaggio
- N insieme finito dei *simboli non terminali*, o *metasimboli*, utilizzati nella costruzione delle sentenze del linguaggio
- P insieme finito delle *regole di produzione*
- S *simbolo iniziale*, $S \in N$ ed è il punto di partenza nella costruzione delle sentenze

Grammatica

$$G = (T, N, P, S)$$

- T insieme finito dei *simboli terminali*, cioè dei simboli che costituiranno le sentenze del linguaggio
- N insieme finito dei *simboli non terminali*, o *metasimboli*, utilizzati nella costruzione delle sentenze del linguaggio
- P insieme finito delle *regole di produzione*
- S *simbolo iniziale*, $S \in N$ ed è il punto di partenza nella costruzione delle sentenze

Linguaggio generato da G

L'insieme di tutte le sequenze di simboli terminali ottenibili applicando le regole di produzione dell'insieme P, a partire dal simbolo iniziale S.

Esempio

(1) $T = \{\texttt{il}, \texttt{lo}, \texttt{la}, \texttt{cane}, \texttt{mela}, \texttt{gatto}, \texttt{mangia}, \texttt{graffia}, ,\}$

Esempio

(1) $T = \{\texttt{il}, \texttt{lo}, \texttt{la}, \texttt{cane}, \texttt{mela}, \texttt{gatto}, \texttt{mangia}, \texttt{graffia}, ,\}$

(2) $N = \{\textit{frase}, \textit{soggetto}, \textit{verbo}, \textit{complemento}, \textit{articolo}, \textit{nome}\}$

Esempio

(1) $T = \{\texttt{il}, \texttt{lo}, \texttt{la}, \texttt{cane}, \texttt{mela}, \texttt{gatto}, \texttt{mangia}, \texttt{graffia}, ,\}$

(2) $N = \{\textit{frase}, \textit{soggetto}, \textit{verbo}, \textit{complemento}, \textit{articolo}, \textit{nome}\}$

(3) P, regole espresse in *BNF* (forma di *Backus-Naur*):

- *frase* ::= *soggetto verbo complemento*
- *soggetto* ::= *articolo nome*
- *articolo* ::= `il` | `la` | `lo`
- *nome* ::= `cane` | `mela` | `gatto`
- *verbo* ::= `mangia` | `graffia`
- *complemento* ::= *articolo nome* | *articolo nome* , *complemento*

Esempio

(1) $T = \{\texttt{il}, \texttt{lo}, \texttt{la}, \texttt{cane}, \texttt{mela}, \texttt{gatto}, \texttt{mangia}, \texttt{graffia}, ,\}$

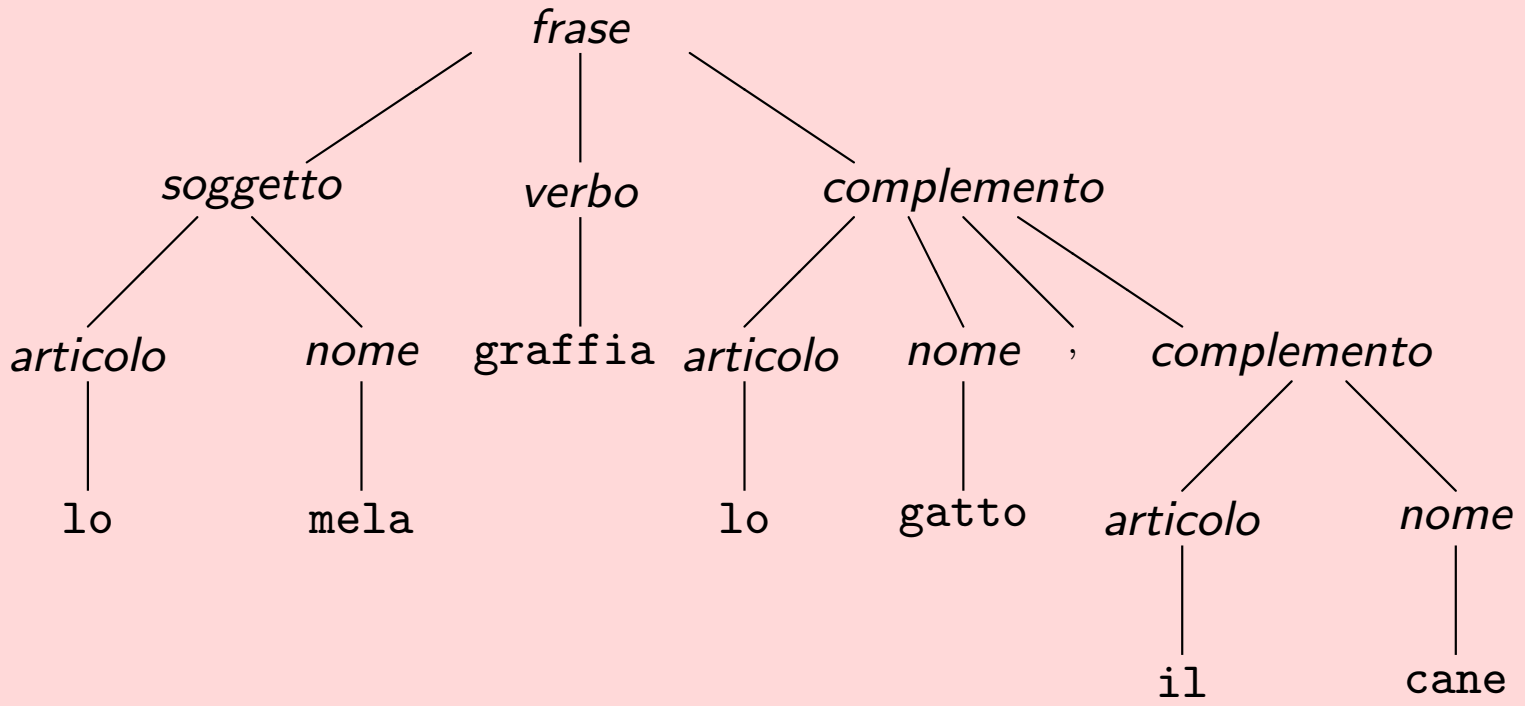
(2) $N = \{\textit{frase}, \textit{soggetto}, \textit{verbo}, \textit{complemento}, \textit{articolo}, \textit{nome}\}$

(3) P, regole espresse in *BNF* (forma di *Backus-Naur*):

- *frase* ::= *soggetto verbo complemento*
- *soggetto* ::= *articolo nome*
- *articolo* ::= `il` | `la` | `lo`
- *nome* ::= `cane` | `mela` | `gatto`
- *verbo* ::= `mangia` | `graffia`
- *complemento* ::= *articolo nome* | *articolo nome* , *complemento*

(4) $S = \textit{frase}$

Esempio di derivazione



Carte sintattiche

- Formalismo grafico per la descrizione delle regole di produzione

Carte sintattiche

- Formalismo grafico per la descrizione delle regole di produzione
- Si specifica una carta sintattica per ciascun simbolo non terminale della grammatica

Carte sintattiche

- Formalismo grafico per la descrizione delle regole di produzione
- Si specifica una carta sintattica per ciascun simbolo non terminale della grammatica
- In una carta sintattica:
  - i *rettangoli* indicano simboli non terminali (che andranno espansi con le carte sintattiche corrispondenti)

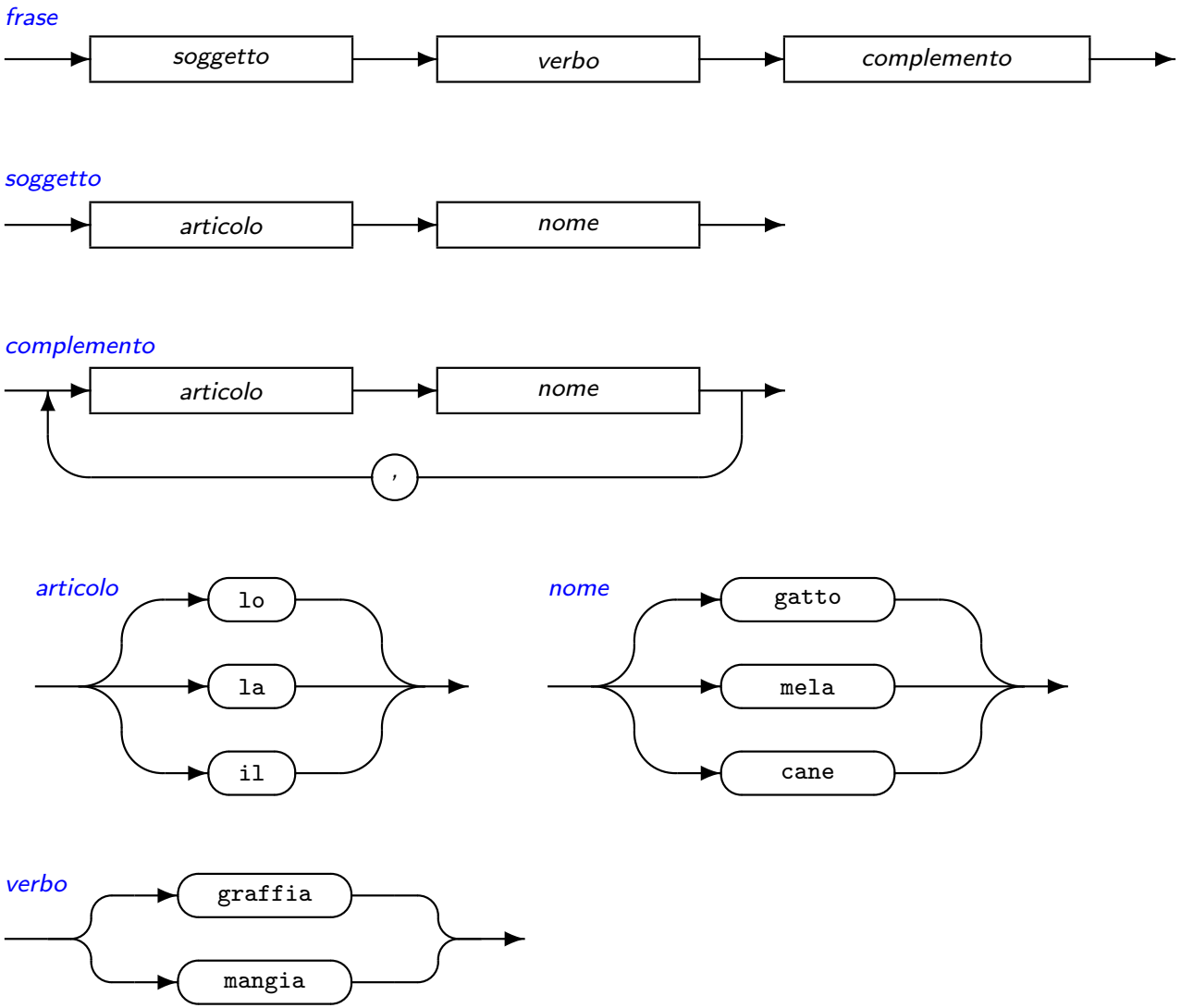
Carte sintattiche

- Formalismo grafico per la descrizione delle regole di produzione
- Si specifica una carta sintattica per ciascun simbolo non terminale della grammatica
- In una carta sintattica:
  - i *rettangoli* indicano simboli non terminali (che andranno espansi con le carte sintattiche corrispondenti)
  - gli *ovali* indicano simboli terminali, che quindi non devono essere espansi ulteriormente

Carte sintattiche

- Formalismo grafico per la descrizione delle regole di produzione
- Si specifica una carta sintattica per ciascun simbolo non terminale della grammatica
- In una carta sintattica:
  - i *rettangoli* indicano simboli non terminali (che andranno espansi con le carte sintattiche corrispondenti)
  - gli *ovali* indicano simboli terminali, che quindi non devono essere espansi ulteriormente
  - ogni *biforcazione* indica un'alternativa

L'esempio precedente



Linguaggio Java: il lessico

- **Alfabeto**
  L'alfabeto utilizzato per scrivere i programmi si chiama *Unicode*, ed è un insieme di caratteri rappresentati su 16 bit

Linguaggio Java: il lessico

- **Alfabeto**
  L'alfabeto utilizzato per scrivere i programmi si chiama *Unicode*, ed è un insieme di caratteri rappresentati su 16 bit

- **Parole riservate (o parole chiave)**
  Sono parole che nel linguaggio hanno un significato predeterminato. Non possono essere utilizzate diversamente e non possono essere ridefinite

Linguaggio Java: il lessico

- **Alfabeto**
  L'alfabeto utilizzato per scrivere i programmi si chiama *Unicode*, ed è un insieme di caratteri rappresentati su 16 bit

- **Parole riservate (o parole chiave)**
  Sono parole che nel linguaggio hanno un significato predeterminato. Non possono essere utilizzate diversamente e non possono essere ridefinite

```
abstract    assert      boolean     break       byte        case
catch       char        class       const       continue    default
do          double      else        enum        extends     final
finally     float       for         goto        if          implements
import      instanceof  int         interface   long        native
new         package     private     protected   public      return
short       static      strictfp    super       switch      synchronized
this        throw       throws      transient   try         void
volatile    while
```

Linguaggio Java: il lessico (2)

- **Identificatori**
  Sono nomi impiegati all'interno del programma per indicare variabili, classi, riferimenti a oggetti, e così via

  Un identificatore è costituito da una sequenza di lettere e cifre che inizia con una lettera

Linguaggio Java: il lessico (2)

- **Identificatori**
  Sono nomi impiegati all'interno del programma per indicare variabili, classi, riferimenti a oggetti, e così via

  Un identificatore è costituito da una sequenza di lettere e cifre che inizia con una lettera

- **Separatori**
  Sono caratteri che permettono di separare o raggruppare parti di codice

```
( ) { } [ ] ; , . ... @ ::
```

Linguaggio Java: il lessico (2)

- **Identificatori**
  Sono nomi impiegati all'interno del programma per indicare variabili, classi, riferimenti a oggetti, e così via

  Un identificatore è costituito da una sequenza di lettere e cifre che inizia con una lettera

- **Separatori**
  Sono caratteri che permettono di separare o raggruppare parti di codice

```
(   )   {   }   [   ]   ;   ,   .   ...   @   ::
```

- **Operatori**
  Sono simboli o sequenze di simboli che denotano alcune operazioni.

```
=    >    <    !    ~    ?    :    ->
==   <=   >=   !=   &&   ||   ++   --
+    -    *    /    &    |    ^    %    <<   >>   >>>
+=   -=   *=   /=   &=   |=   ^=   %=   <<=  >>=  >>>=
```

Linguaggio Java: il lessico (3)

- **Letterali**
  Sequenze di caratteri utilizzate all'interno dei programmi per rappresentare valori di tipi primitivi e stringhe

Linguaggio Java: il lessico (3)

- **Letterali**
  Sequenze di caratteri utilizzate all'interno dei programmi per rappresentare valori di tipi primitivi e stringhe
- **Commenti**
  - `/*...*/`
    Il compilatore ignora tutto il testo compreso tra questi caratteri; possono estendersi per più righe

Linguaggio Java: il lessico (3)

- **Letterali**
  Sequenze di caratteri utilizzate all'interno dei programmi per rappresentare valori di tipi primitivi e stringhe
- **Commenti**
  - `/*...*/`
    Il compilatore ignora tutto il testo compreso tra questi caratteri; possono estendersi per più righe
  - `/**...*/`
    Il compilatore ignora tutto il testo compreso tra questi caratteri; possono estendersi per più righe. Sono chiamati *commenti di documentazione*, vengono interpretati da `javadoc`

Linguaggio Java: il lessico (3)

- **Letterali**
  Sequenze di caratteri utilizzate all'interno dei programmi per rappresentare valori di tipi primitivi e stringhe

- **Commenti**
  - `/*...*/`
    Il compilatore ignora tutto il testo compreso tra questi caratteri; possono estendersi per più righe
  - `/**...*/`
    Il compilatore ignora tutto il testo compreso tra questi caratteri; possono estendersi per più righe. Sono chiamati *commenti di documentazione*, vengono interpretati da `javadoc`
  - *commenti a fine riga*
    Si aprono con la coppia di caratteri `//` e si chiudono alla fine della riga; il compilatore ignora il testo che inizia dai caratteri `//` fino alla fine della riga

Il primo programma Java

BuonInizio.java

```
/* Il nostro primo programma */
class BuonInizio {

  // il metodo main
  public static void main(String [] args) {
    System.out.println("Ti auguro una buona giornata!");
  }
}
```