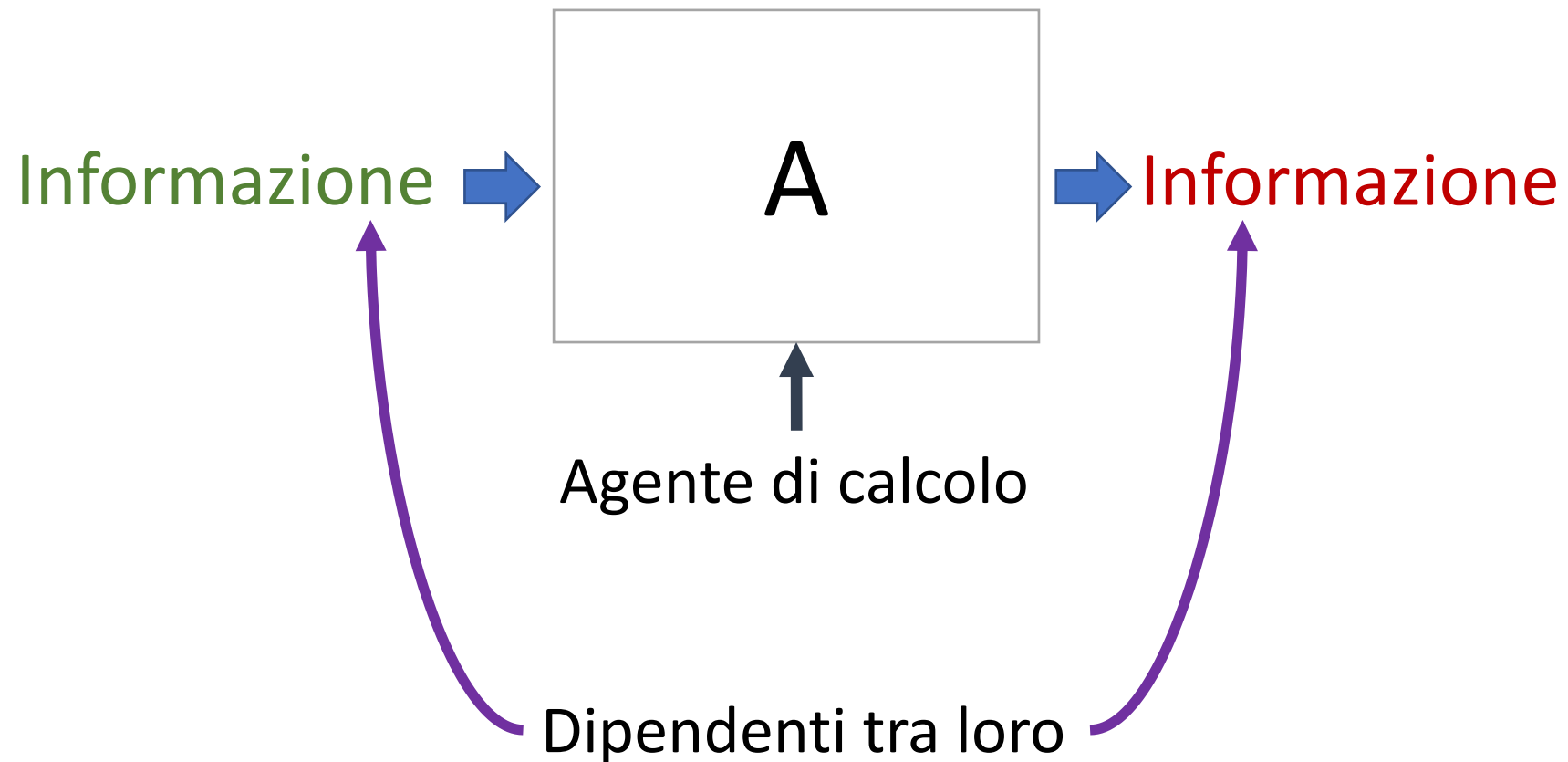


Fondamenti di Informatica

Considerazioni introduttive

Inquadramento dei temi trattati

Elaborazione dell'informazione



Matematicamente, la dipendenza è espressa da una funzione **f**

$$\text{Informazione} = f(\text{Informazione})$$

Quindi, l'agente deve calcolare **f** per ogni **Informazione**

f = problema

Data **f**, come è fatto A?

Come descrivere A?

Sequenza di passi da eseguire a partire da **Informazione**

- A ogni passo, nuova informazione viene derivata da quella attuale
- Alla fine, **Informazione** è disponibile

Quali sono i passi possibili?  Modello di calcolo

Ipotesi sui passi possibili eseguibili da A



Modello di calcolo

Problema f

Modello di calcolo M



Agente A

Calcola f per ogni
Informazione



Algoritmo

Si pongono una serie di quesiti

Dati f e M , esiste A ?

Calcolabilità di f in M

Dato M , per ogni f esiste A ?

Calcolabilità in M di tutte le f



Esiste un M per cui è vera?

Dati M_1 e M_2 , M_1 è potente almeno quanto M_2 ?

Ogni f calcolabile in M_2 è calcolabile anche in M_1 ?

Dati M_1 e M_2 , sono equivalenti?
Le funzioni calcolabili sono le stesse?

Esiste un M^* potente almeno quanto qualunque M ?
Se f non è calcolabile in M^* non lo è in assoluto

Risposta: sì

Se M^* esiste, ogni f è calcolabile in M^* ?

Risposta: no

Dato M , f_1 e f_2 , posso mostrare che se f_1 è calcolabile in M allora è calcolabile anche f_2 ?

Riducibilità

Ci sono molti possibili M^* , equivalenti tra loro:

- Macchina di Turing
- RAM (Random Access Machine), modello di Von Neumann
- Funzioni ricorsive
- Algoritmi di Markov
- Horn clauses

Tesi di Church-Turing: ogni modello di calcolo è al più potente quanto uno qualunque dei precedenti

Macchina di Turing: importante per la semplicità

RAM: il modello di riferimento dei computer reali e dei linguaggi imperativi/procedurali (C, Java, Python)

Funzioni ricorsive: programmazione funzionale (Lisp, Scheme)

Horn clauses: programmazione logica (Prolog)

Turing completezza

Alcuni modelli meno potenti di una MdT sono comunque interessanti:

Automi a stati finiti

Automi a pila

Altre questioni:

Supponiamo che f sia calcolabile in M



Esiste A in M che calcola f per ogni **Informazione**

Quanti passi deve eseguire A per calcolare $f(\text{Informazione})$?

Quanto «tempo» ci mette?

Quanta informazione deve ricordare A per calcolare $f(\text{Informazione})$?

Quanto «spazio di memoria» gli serve?

Dato A, tempo e spazio dipendono da **Informazione**

dimensione
altre caratteristiche

Come rappresentarli in funzione solo di A?

Per ogni dimensione, caso peggiore (worst case)

Crescita, al crescere della dimensione



Complessità di A

Dati f , M e A che calcola f in M con complessità C



Esiste A' in M che calcola f con complessità $C' < C$?

Dati f e M , quale è la minima complessità necessaria per calcolare f ?

Lower bound

E come è fatto un A con quella complessità?

Algoritmo ottimo

Dato M , f_1 e f_2 , posso mostrare che se f_1 è calcolabile in M con complessità C allora anche f_2 è calcolabile con quella complessità, o con complessità «simile»?

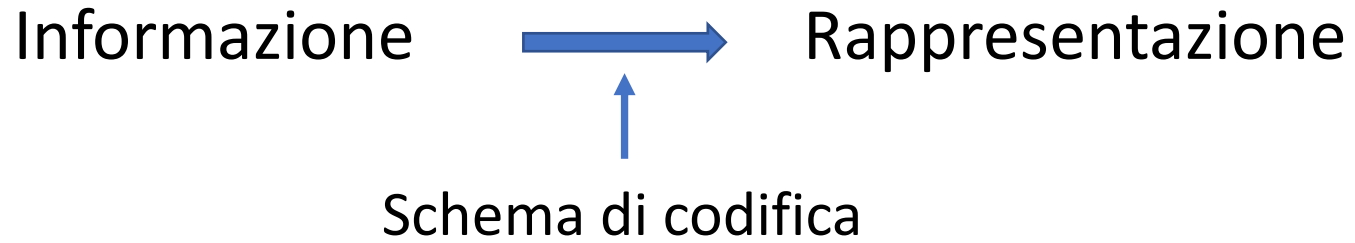
Riducibilità
(polinomiale)

Come rappresento l'informazione?

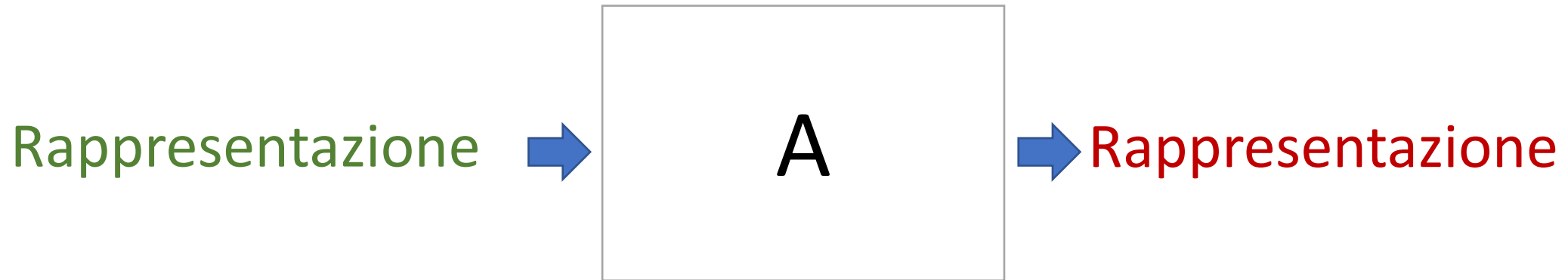
Sequenze finite di caratteri (di un alfabeto dato)

Es. 0/1 (bit)

- Sintassi: struttura delle sequenze
- Semantica: significato delle sequenze in termini di informazione



Rappresentazione = f(Rappresentazione)



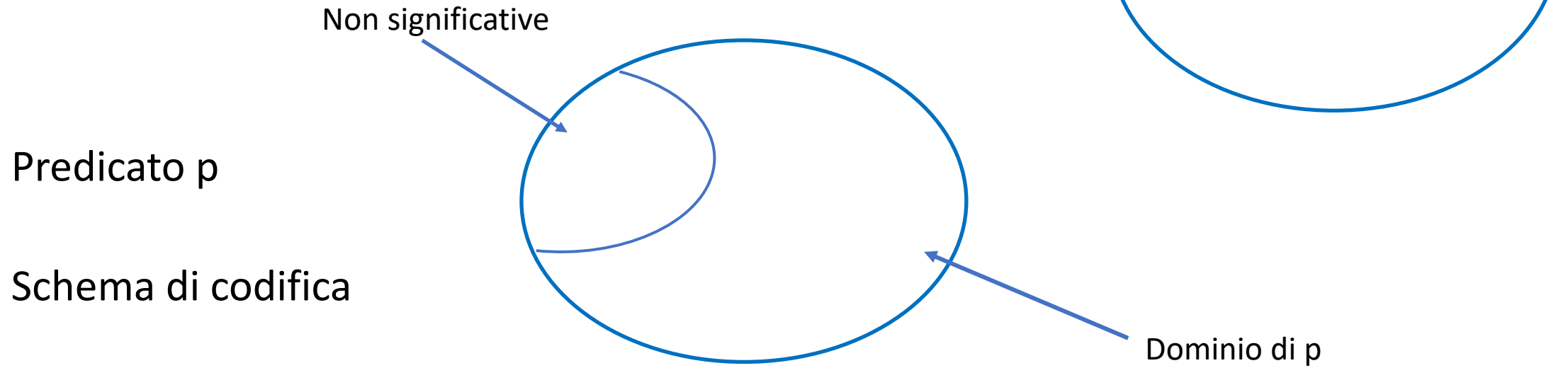
Caso particolare, ma rappresentativo

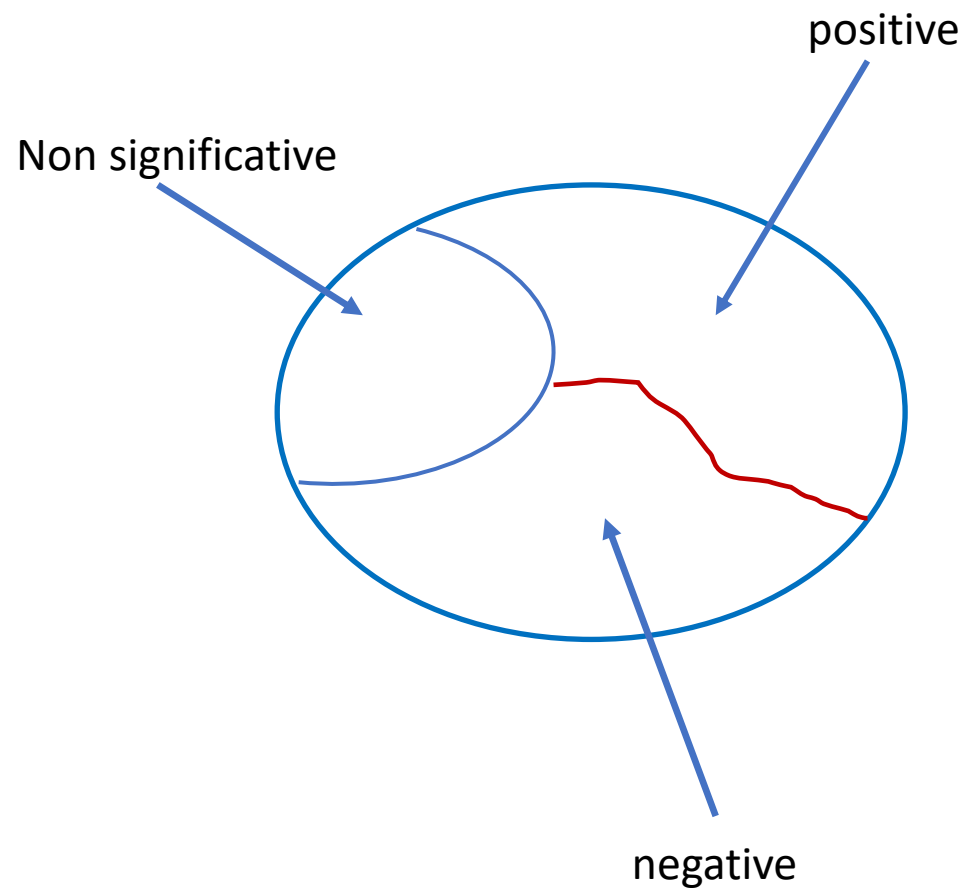
f è un predicato

$f(\text{informazione}) = \text{T/F}$

Rappresentazione utilizzando un alfabeto Σ

Tutte le stringhe di Σ



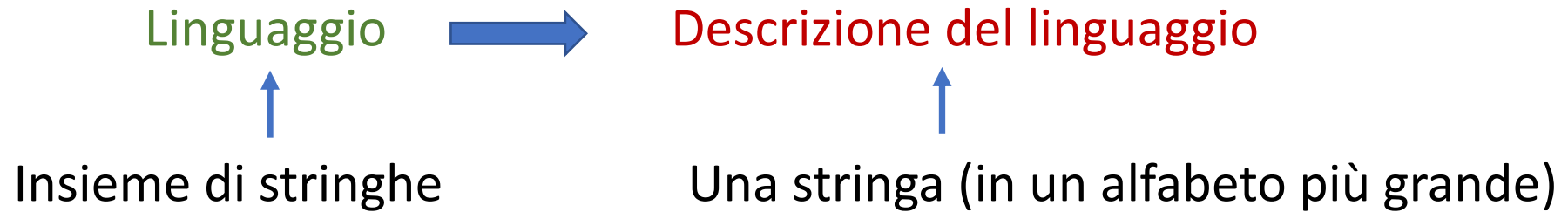


Insiemi di stringhe: **linguaggi**

Calcolare p : **riconoscere linguaggio**

Ma come descrivo il linguaggio?

Ho bisogno di un formalismo



Che formalismo uso?

Situazione simile alla precedente

Linguaggio L

Formalismo F

Descrizione d
Specifica tutte e
Sole le stringhe in L



Si pongono quesiti simili

Dati L e F , esiste d ?

Dato F , per ogni L esiste d ?



Esiste un F per cui è vera?

Dati F_1 e F_2 , F_1 è potente almeno quanto F_2 ?

Ogni I descrivibile da F_2 è descrivibile anche da F_1 ?

Dati $F1$ e $F2$, sono equivalenti?
I linguaggi descrivibili sono gli stessi?

Esiste un F^* potente almeno quanto qualunque F ?
Se L non è descrivibile da F^* non lo è in assoluto

Risposta: sì

Se F^* esiste, ogni L è descrivibile da F^* ?

Risposta: no

Considerazioni simili per Modelli e Formalismi

Formalismi: permettono di specificare come è fatto un linguaggio → generazione

Modelli: permettono di specificare come riconoscere tutte e sole le stringhe di un linguaggio → riconoscimento

C'è una qualche relazione tra formalismi e modelli?