

# LDP-Flashcards

## Flashcards - Linguaggi di Programmazione

**ATTENZIONE:** Alcune card potrebbero sembrare "mancanti", questo è perché le domande che ho fatto formulare da un AI erano abbastanza ridondanti. Ho lasciato quelle che ritenevo abbastanza importanti, le risposte ovviamente sono fatte da me.

---

## Flashcards - Linguaggi Formali e Grammatiche

**Card 1:** Che cos'è un alfabeto in teoria dei linguaggi formali? **Risposta:** L'alfabeto è un insieme finito e non vuoto di simboli primitivi con cui si formano le parole.

**Card 2:** Come si definisce una parola (o stringa) su un alfabeto  $X$ ? **Risposta:** Una parola è la concatenazione di simboli primitivi presi su alfabeto  $X$ .

**Card 3:** Come si denota la lunghezza di una stringa  $w$  e qual è la lunghezza della stringa vuota? **Risposta:** La lunghezza di una stringa  $w$  si denota con  $|w|$ , una stringa vuota (chiamata lambda,  $\lambda$ ) ha lunghezza 0.

**Card 4:** Che cosa rappresenta la notazione  $X^*$ ? **Risposta:** Rappresenta l'insieme di tutte le stringhe possibili su un alfabeto  $X$  compresa la parola vuota.

**Card 5:** Qual è la differenza tra  $X^*$  e  $X^+$ ? **Risposta:** La differenza è che il primo insieme contiene la parola vuota mentre il secondo contiene tutte le parole di almeno lunghezza 1.

**Card 6:** Che cos'è la concatenazione di stringhe e quali sono le sue proprietà principali? **Risposta:** La concatenazione è l'operazione che permette di unire due (o più) stringhe. Le proprietà sono: **Associatività:** l'ordine in cui si associano non è rilevante, il risultato sarà sempre lo stesso; **Non commutatività:** Cambiando l'ordine di posizione per gli elementi, la parola formata dalla concatenazione non sarà la stessa.

**Card 7:** Qual è l'elemento neutro per l'operazione di concatenazione? **Risposta:** È lambda ( $\lambda$ ).

**Card 8:** La concatenazione è commutativa? Fornisci un esempio. **Risposta:** No, per esempio  $\alpha\beta \neq \beta\alpha$  (con  $\alpha = \text{ciao}$  e  $\beta = \text{mondo}$ ).

**Card 9:** Come si definisce la potenza  $h$ -esima di una stringa  $\alpha$ ? **Risposta:** Si definisce induttivamente come:

$$\alpha^h = \begin{cases} \lambda & \text{se } h = 0 \\ \alpha \cdot \alpha^{h-1} & \text{altrimenti} \end{cases}$$

**Card 10:** Che cosa rappresenta  $X^i$  (la potenza  $i$ -esima di un alfabeto  $X$ )? **Risposta:** Rappresenta tutte le possibili stringhe formate dalla concatenazione di  $i$  simboli su un alfabeto  $X$ .

**Card 11:** Come si definiscono prefisso, suffisso e sottostringa di una parola? **Risposta:** Considerando una stringa  $w = \alpha\beta$ ,  $\alpha$  sarà il suo prefisso,  $\beta$  il suo suffisso e  $\delta$  la sottostringa (che contiene tutte le possibili combinazioni tra prefisso e suffisso all'interno della stringa).

**Card 12:** Che cos'è un monoide libero e come si collega al concetto di  $X^*$ ? **Risposta:** Un monoide libero è un insieme con singola operazione binaria che permette la formazione di tutte le possibili stringhe, su alfabeto  $X$ , tramite l'operazione di concatenazione.

**Card 13:** Come si definisce un linguaggio formale  $L$  su un alfabeto  $X$ ? **Risposta:** Un linguaggio formale  $L$  può essere definito come il sottoinsieme di  $X^*$  (con il linguaggio definito su alfabeto  $X$ ).

**Card 14:** Quali sono i due punti di vista principali per studiare i linguaggi formali? **Risposta:** **Descrittivo/Generativo:** tramite la descrizione delle regole di produzione per un linguaggio formale infinito (visto che l'elencazione dei suoi elementi è impossibile); **Riconoscitivo:** tramite la costruzione di una "macchina" che permette il riconoscimento di una parola e conseguentemente se appartiene a quel linguaggio o no.

**Card 15:** Quali sono i quattro componenti di una grammatica  $G = (X, V, S, P)$ ? **Risposta:**  $X$ : alfabeto terminale (composto dai simboli);  $V$ : alfabeto non terminale (chiamati anche assiomi o variabili);  $S$ : simbolo speciale di partenza;  $P$ : produzioni della grammatica.

**Card 16:** Che cos'è una produzione in una grammatica e come si scrive? **Risposta:** Una produzione in una grammatica è il processo di riscrittura di un simbolo non terminale in terminale o non terminale, viene rappresentata con  $v \rightarrow w$ .

**Card 17:** Che differenza c'è tra produzione diretta e derivazione? **Risposta:** La produzione diretta è una regola di riscrittura, mentre la derivazione è la sua diretta applicazione per formare una stringa.

**Card 18:** Come si definisce il linguaggio  $L(G)$  generato da una grammatica  $G$ ? **Risposta:** È l'insieme di stringhe terminali derivabili dal simbolo di partenza  $S$ :

$$L(G) = \{w \in X^* \mid S \Rightarrow^* w\}$$

**Card 19:** Che cos'è una forma di frase in una grammatica? **Risposta:** È la derivazione partendo da un simbolo speciale ( $S \Rightarrow^* w$ ), considerando che si parte da una grammatica  $G = (X, V, S, P)$  su alfabeto  $X$  (e  $w \in (X \cup V)^*$ ).

**Card 20:** Quando due grammatiche si dicono equivalenti? **Risposta:** Due grammatiche  $G = (X, V, S, P)$  e  $G' = (X', V', S', P')$  si dicono equivalenti quando producono lo stesso linguaggio tramite produzioni diverse.

# Flashcards - Linguaggi Liberi e Dipendenti da Contesto

**Card 1:** Come si definisce formalmente una grammatica libera da contesto? **Risposta:** Una grammatica libera da contesto  $G$  è tale quando le produzioni sono di natura  $A \rightarrow w$ , con  $A \in V$  e  $w \in (X \cup V)^*$ .

**Card 2:** Che cosa significa che un linguaggio  $L$  è libero da contesto? **Risposta:** Un linguaggio è libero da contesto quando è generato da una grammatica libera da contesto.

**Card 3:** Se una grammatica non è context-free, cosa possiamo concludere sul linguaggio che genera? **Risposta:** Che il linguaggio che genererà a sua volta sarà Context Sensitive.

**Card 4:** Perché la maggior parte dei linguaggi di programmazione ricade nella classe dei context-free? **Risposta:** Perché, pur avendo grammatiche context sensitive, ci potrebbero essere grammatiche C.F. che li generano.

**Card 5:** Quali sono le due forme di produzione ammesse in una grammatica dipendente da contesto? **Risposta:**  $yAz \rightarrow ywz$  e  $S \rightarrow \lambda$ .

**Card 6:** Nella produzione contestuale  $yAz \rightarrow ywz$ , che cosa rappresentano  $y$ ,  $z$ ,  $A$  e  $w$ ? **Risposta:** Rappresentano rispettivamente:  $y$ : contesto sinistro;  $z$ : contesto destro;  $A$ : simbolo non terminale da sostituire;  $w$ : stringa di simboli terminali e/o non terminali.

**Card 7:** Quando è ammessa la produzione  $S \rightarrow \lambda$  in una grammatica dipendente da contesto? **Risposta:** È ammessa come eccezione per la stringa vuota nel caso  $S$  non appaia come parte destra di nessuna produzione di una grammatica context sensitive.

**Card 8:** Che cosa significa che un linguaggio  $L$  è dipendente da contesto? **Risposta:** Un linguaggio  $L$  è dipendente da contesto quando la grammatica che lo genera è a sua volta C.S. con le produzioni descritte prima.

**Card 9:** Come si definisce una grammatica monotona e quale condizione devono soddisfare le sue produzioni? **Risposta:** Una grammatica monotona si definisce come quella in cui ogni produzione  $v \rightarrow w$  soddisfa:

$$|v| \leq |w|$$

**Card 10:** Che cos'è un linguaggio monotono? **Risposta:** Un linguaggio monotono è un linguaggio generato da una grammatica monotona.

**Card 11:** Qual è la relazione tra linguaggi monotoni e linguaggi dipendenti da contesto? **Risposta:** I linguaggi monotoni e i linguaggi dipendenti da contesto sono uguali tra loro, le loro due classi coincidono.

**Card 12:** Quale è l'unica eccezione alla regola di non contrazione nelle grammatiche monotone? **Risposta:** È ammessa come eccezione la produzione  $S \rightarrow \lambda$  nel caso  $S$  non appaia come parte destra di nessuna produzione di una grammatica monotona.

**Card 13:** Qual è la relazione di inclusione tra linguaggi liberi da contesto e linguaggi dipendenti da contesto? **Risposta:** I linguaggi liberi da contesto sono contenuti propriamente nei linguaggi dipendenti da contesto:  $\mathcal{L}_2 \subset \mathcal{L}_1$ .

**Card 14:** Perché ogni grammatica libera da contesto può essere vista come un caso speciale di grammatica dipendente da contesto? **Risposta:** Perché le produzioni C.F. possono essere viste come delle produzioni C.S. in questa maniera:

$$\lambda A \lambda \rightarrow \lambda w \lambda$$

**Card 15:** È sempre possibile trasformare una grammatica monotona in una equivalente dipendente da contesto? **Risposta:** Sì, per ogni grammatica monotona ne esiste sempre una equivalente context sensitive, definita anche come:

$$L \text{ è C.S. } \iff \exists G \text{ C.S. : } L = L(G)$$

## Flashcards - Linguaggi Liberi da Contesto

### Albero di Derivazione

**Card 1:** Cos'è un albero di derivazione? **Risposta:** L'albero di derivazione è un grafo per descrivere le possibili produzioni di una grammatica C.F.

**Card 2:** Cosa si intende per "struttura di  $w$ " in una grammatica libera da contesto?

**Risposta:** La sequenza di regole per produrre la forma  $w$ .

**Card 3:** Cos'è la frontiera di un albero di derivazione? **Risposta:** La stringa finale generata dall'albero.

**Card 4:** Elenca le proprietà che deve rispettare un albero  $T$  per una parola  $w$  derivabile da una grammatica C.F. **Risposta:** Radice etichettata con  $S$ ; Nodi interni etichettati con simboli di  $V$ ; Nodi esterni (foglie) etichettati con simboli di  $X$  o  $\lambda$ ; Le produzioni rispettano le regole della grammatica; La stringa  $w$  è la frontiera.

**Card 5:** Come si definisce la lunghezza di un cammino in un albero di derivazione?

**Risposta:** Il numero di nodi dal nodo radice a una foglia.

**Card 6:** Come si definisce l'altezza (o profondità) di un albero di derivazione? **Risposta:** Come il cammino più lungo dalla radice alla frontiera.

**Card 7:** Qual è la relazione tra derivazioni e alberi di derivazione? **Risposta:** Le derivazioni possiedono un'unica rappresentazione possibile sull'albero di derivazione, mentre quest'ultimo può rappresentare più derivazioni possibili.

### Derivazioni Destre e Sinistre

**Card 8:** Cosa si intende per derivazione destra? **Risposta:** La derivazione che ad ogni passo riscrive il simbolo non terminale più a destra.

**Card 9:** Cosa si intende per derivazione sinistra? **Risposta:** La derivazione che ad ogni passo riscrive il simbolo non terminale più a sinistra.

## Principio di Sostituzione di Sotto-alberi

**Card 10:** Cosa succede quando si sostituisce un sottoalbero con un altro sottoalbero avente la stessa radice etichettata? **Risposta:** Si crea un albero complementare con le stesse proprietà di derivazione.

**Card 11:** Qual è la proprietà fondamentale dei linguaggi liberi riguardo alla crescita delle parole? **Risposta:** Un linguaggio libero deve avere sempre una crescita di parole controllata (al massimo esponenziale).

**Card 12:** Se un linguaggio genera parole la cui lunghezza cresce in maniera più che esponenziale, cosa si può concludere? **Risposta:** Che quest'ultimo non appartenga alla classe dei context free.

## Pumping Lemma

**Card 13:** Enuncia il Pumping Lemma per i linguaggi liberi da contesto. **Risposta:** Sia  $L$  un linguaggio libero, esiste una costante  $p$ , definita dal linguaggio  $L$ , tale che se  $z$  è una parola del linguaggio con  $|z| \geq p$ , allora  $z$  può essere riscritta come  $z = uvwxy$  soddisfacendo tre condizioni.

**Card 14:** Quali sono le tre proprietà che devono essere soddisfatte nel Pumping Lemma?

**Risposta:**  $|vwx| \leq p$ ;  $vx \neq \lambda$ ;  $\forall i \geq 0, uv^iwx^iy \in L$ .

**Card 15:** Come si usa il Pumping Lemma per dimostrare che un linguaggio non è libero?

**Risposta:** Si studia il linguaggio in modo da dimostrare che la crescita delle parole non sia costante, rendendolo uno non libero.

**Card 16:** Quale proprietà del Pumping Lemma viene solitamente utilizzata per dimostrare che un linguaggio non è C.F.? **Risposta:** Viene utilizzata la terza proprietà, in modo da rompere una regola possibile del linguaggio.

**Card 17:** Cosa si può concludere se un linguaggio infinito non obbedisce al Pumping Lemma?

**Risposta:** Che quest'ultimo non sia libero poiché non generato da una grammatica C.F.

## Grammatiche Ambigue

**Card 18:** Quando una grammatica  $G$  libera da contesto è considerata ambigua? **Risposta:** Una grammatica è considerata ambigua quando, data una stringa, esistono due alberi di derivazione differenti.

**Card 19:** Perché l'ambiguità è una proprietà negativa nei linguaggi di programmazione?

**Risposta:** Perché il significato di una frase può essere definito come il suo albero di derivazione.

**Card 20:** Qual è l'unico vantaggio delle grammatiche ambigue? **Risposta:** Potrebbero contenere meno regole rispetto ad una grammatica inerentemente non ambigua.

**Card 21:** Cosa si intende per linguaggio inerentemente ambiguo? **Risposta:** Un linguaggio per cui tutte le grammatiche che lo generano sono ambigue.

## Flashcard - Gerarchia di Chomsky, Teoremi e Operazioni sui Linguaggi

**Card 1:** Cos'è la Gerarchia di Chomsky? **Risposta:** La gerarchia di Chomsky è la classificazione dei linguaggi formali basata sui vincoli imposti alle regole di riscrittura delle grammatiche.

**Card 2:** Quali sono le caratteristiche delle grammatiche di tipo 0 nella gerarchia di Chomsky? **Risposta:** Non hanno nessun tipo di restrizione sulle produzioni.

**Card 3:** Quali vincoli impone una grammatica di tipo 1 (dipendente dal contesto)? **Risposta:** Impone le seguenti produzioni:  $yAz \rightarrow ywz$  e  $S \rightarrow \lambda$ .

**Card 4:** Qual è la forma delle produzioni in una grammatica di tipo 2 (libera da contesto)? **Risposta:**  $A \rightarrow w$  con  $A \in V$  e  $w \in (X \cup V)^*$ .

**Card 5:** Come si presentano le produzioni di una grammatica di tipo 3 (lineare destra)? **Risposta:**  $A \rightarrow aB$  e  $A \rightarrow a$  (dove  $A, B \in V$  e  $a \in X$ ).

**Card 6:** Che relazione esiste tra le classi  $\mathcal{L}_3$ ,  $\mathcal{L}_2$ ,  $\mathcal{L}_1$  e  $\mathcal{L}_0$ ? **Risposta:** Ognuna di queste classi è un sottoinsieme della precedente:  $\mathcal{L}_3 \subset \mathcal{L}_2 \subset \mathcal{L}_1 \subset \mathcal{L}_0$ .

**Card 7:** Qual è la definizione formale della gerarchia stretta di Chomsky? **Risposta:** Si dimostra che, per tutte le 4 classi di linguaggi formali si forma una gerarchia strettamente inclusiva dove ogni linguaggio è il sottoinsieme proprio del precedente.

**Card 8:** Perché  $\mathcal{L}_3 \subsetneq \mathcal{L}_2$ ? **Risposta:** Perché ogni produzione lineare destra soddisfa la definizione di una grammatica C.F.

**Card 9:** Che cos'è il Lemma della stringa vuota? **Risposta:** Una regola che permette di generare una grammatica  $G'$  senza  $\lambda$ -produzioni.

**Card 10:** Quali condizioni soddisfa una grammatica  $G'$  derivata tramite il Lemma della stringa vuota? **Risposta:** Le due grammatiche generano lo stesso linguaggio:  $L(G) = L(G')$ ; Se non esistono lambda produzioni nella prima grammatica, non esisteranno nella seconda;

Se esistono lambda produzioni nella prima grammatica, allora esiste una produzione lambda che non appare nel contesto destro di nessuna produzione:  $S' \rightarrow \lambda$ .

**Card 11:** Quali sono le operazioni fondamentali che si possono applicare ai linguaggi?

**Risposta:** Concatenazione, unione, intersezione, iterazione e complemento.

**Card 12:** Come si definisce l'unione di due linguaggi  $L_1$  e  $L_2$ ? **Risposta:**

$$L_1 \cup L_2 = w | w \in L_1 \text{ o } w \in L_2.$$

**Card 13:** Come si definisce la concatenazione di due linguaggi  $L_1$  e  $L_2$ ? **Risposta:**

$$L_1 \cdot L_2 = w_1 w_2 | w_1 \in L_1 \text{ e } w_2 \in L_2.$$

**Card 14:** Come si definisce l'iterazione di un linguaggio  $L$ ? **Risposta:** Si definisce come la generalizzazione di un linguaggio per ottenerne uno infinito:  $L^* = \bigcup_{i=0}^{\infty} L^i$ .

**Card 15:** Che cosa rappresenta  $L^*$  per un linguaggio  $L$ ? **Risposta:** La chiusura di Kleene del linguaggio  $L$ , che include la stringa vuota e tutte le possibili concatenazioni di stringhe di  $L$ .

**Card 16:** Come si definisce il complemento di un linguaggio  $L$ ? **Risposta:**  $\bar{L} = X^* \setminus L$ , dove  $X$  è l'alfabeto di riferimento.

**Card 17:** Come si definisce l'intersezione tra due linguaggi  $L_1$  e  $L_2$ ? **Risposta:**

$$L_1 \cap L_2 = w | w \in L_1 \text{ e } w \in L_2.$$

**Card 18:** Quali proprietà ha la concatenazione tra linguaggi? **Risposta:** **Associatività:**

$(L_1 \cdot L_2) \cdot L_3 = L_1 \cdot (L_2 \cdot L_3)$ ; **Non commutatività:**  $L_1 \cdot L_2 \neq L_2 \cdot L_1$  in generale; **Elemento neutro:**  $\lambda$ .

## Flashcard – Automi a Stati Finiti (Deterministici e Non Deterministici)

### Automi Deterministici (FSA)

- Cos'è un automa a stati finiti deterministico? **Risposta:** è un modello matematico atto a riconoscere dei linguaggi formali
- Qual è la definizione formale di un FSA? **Risposta:** Un automa  $M$  definito su alfabeto  $X$  si può definire come una quadrupla  $Q, \delta, q_0, F$
- Cosa rappresentano gli insiemi  $Q$ ,  $F$  e l'elemento  $q_0$  in un FSA? **Risposta:**  $Q$  rappresenta un insieme finito e non vuoto di stati,  $F$  rappresenta gli stati di accettazione (o finali) e  $q_0$  è lo stato di partenza
- Come si definisce formalmente la funzione di transizione  $\delta$  **Risposta:**  $\delta : Q \times X \rightarrow Q$
- Cos'è uno stato pozza e quando viene usato? **Risposta:** È uno stato dove l'automa non può transitare a seguito di un input non definito in un dominio
- Cos'è l'estensione  $\delta^*$  della funzione di transizione? **Risposta:** è la funzione che permette di lavorare con le parole rispetto a quella classica che lavora unicamente con i simboli di

$X$

- Come si definisce  $\delta^*$ ? **Risposta:**  $\delta^* : Q \times X^* \rightarrow Q$
- Quando una parola  $w$  è accettata da un FSA? **Risposta:** se dato un automa  $M$  FSA, la parola è accettata quando da uno stato iniziale, lo stato  $q$  in cui l'automata si porta da questa sequenza di ingresso è uno stato finale
- Cos'è il linguaggio accettato  $T(M)$  da un FSA? **Risposta:** è il sotto insieme di tutte le parole accettate da un automa

## FSA Equivalenti e Linguaggi a Stati Finiti

- Quando due automi si dicono equivalenti? **Risposta:** quando, dato in ingresso un alfabeto  $X$ , allora si hanno due linguaggi uguali accettati dall'automata
- Cos'è un linguaggio a stati finiti? **Risposta:** Un linguaggio  $L$  su alfabeto  $X$  è definito tale che se esiste un automa FSA che lo accetta  $L = T(M)$
- Come si definisce formalmente la classe  $\mathcal{L}_{FSL}$ ? **Risposta:**  

$$\mathcal{L}_{FSL} = \{L \subseteq X^* \mid \exists \text{ FSA } M \text{ t.c. } L = T(M)\}$$

## Automi Non Deterministici (NDA)

- Cos'è un automa a stati finiti non deterministico? **Risposta:** Le sue definizioni coincidono con quelle di un automa a stati finiti, tranne per la funzione di transizione
- Qual è la principale differenza tra  $\delta$  nei FSA e nei NDA?
- Come si definisce l'estensione  $\delta^*$  per un NDA?
- In cosa consiste il passo induttivo per  $\delta^*$  negli NDA?
- Quando una parola è accettata da un NDA?
- Come si definisce il linguaggio accettato da un NDA?

## Linguaggi e Equivalenze degli NDA

- Come si definisce formalmente la classe  $\mathcal{L}_{NDL}$ ?
- È vero che NDA e FSA riconoscono la stessa classe di linguaggi? Spiega.
- Qual è il vantaggio principale dell'uso di NDA rispetto ai FSA?
- Come si dimostra che  $\mathcal{L}_{NDL} = \mathcal{L}_{FSL}$ ?
- Come si costruisce un NDA a partire da un FSA?
- Cos'è la costruzione dei sottoinsiemi (powerset construction)?
- Quali insiemi compongono gli stati e le transizioni nel FSA risultante dalla powerset construction?
- Perché ogni NDA può essere convertito in un FSA equivalente?

## Generale

- Qual è la relazione tra automi e grammatiche?



- Perché la classe dei linguaggi riconosciuti da automi a stati finiti è considerata la più semplice nella gerarchia di Chomsky?

## Flashcard – Linguaggi Regolari, Espressioni Regolari e Teorema di Kleene

### Linguaggi Regolari

- Quando un linguaggio si definisce regolare?
- Quali sono le tre operazioni fondamentali per costruire linguaggi regolari?
- Cosa rappresentano  $\emptyset$  e  $\{\lambda\}$  nell'ambito dei linguaggi regolari?

### Espressioni Regolari

- Che cos'è formalmente un'espressione regolare?
- Qual è l'insieme di simboli ammessi in un'espressione regolare?
- Come si definisce la funzione  $S(R)$  associata a un'espressione regolare?
- Un linguaggio può essere descritto da più espressioni regolari diverse? Spiega perché.
- Cosa vuol dire che  $S : \mathcal{R} \rightarrow 2^{X^*}$  non è iniettiva?
- Due espressioni regolari sono equivalenti quando?

### Teorema di Kleene

- Cosa afferma il Teorema di Kleene?
- Quali sono le tre definizioni equivalenti di linguaggi regolari?
- In cosa consiste la costruzione di un automa finito da una grammatica lineare destra?
- Perché è importante il Teorema di Kleene nell'ambito della teoria dei linguaggi?

### Pumping Lemma per Linguaggi Regolari

- Qual è l'enunciato del pumping lemma per i linguaggi regolari?
- Quali condizioni devono essere soddisfatte da  $u, v, w$  nel pumping lemma?
- Come si dimostra il pumping lemma usando il principio dei cassetti?
- A cosa serve il pumping lemma nella teoria dei linguaggi?