

Tutorato di Automi e Linguaggi Formali

Homework 3: GNFA-ER e Conversioni, Pumping Lemma, Minimum Pumping Length

Gabriel Rovesti

Corso di Laurea in Informatica - Università degli Studi di Padova

Tutorato 3 - 24-03-2025

1 Conversione (GNFA, NFA, DFA, ER)

Esercizio 1. Convertire le seguenti espressioni regolari in NFA utilizzando le costruzioni viste a lezione (unione, concatenazione, stella):

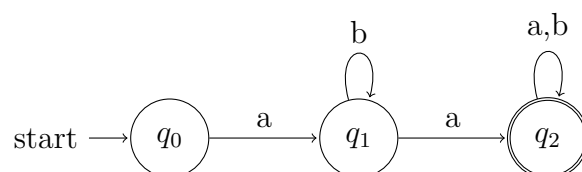
- a) $(ab)^* + (ba)^*$
- b) $a(a + b)^*b$
- c) $(a + \varepsilon)(b + c)^*$

Per ogni NFA ottenuto, fornire il **diagramma degli stati** e la **tabella di transizione**.

Esercizio 2. Considerare l'espressione regolare $R = (0 + 1)^* 0 (0 + 1)$ sull'alfabeto $\{0, 1\}$.

- a) Costruire un ε -NFA che riconosca $\mathcal{L}(R)$.
- b) Convertire l' ε -NFA in un NFA privo di ε -transizioni.
- c) Convertire quest'ultimo NFA in un DFA (costruzione per sottoinsiemi).

Esercizio 3. Convertire il seguente NFA in un'espressione regolare equivalente tramite *eliminazione degli stati* (GNFA e rimozione graduale):



Mostrare tutti i passaggi fondamentali dell'algoritmo e infine l'ER ottenuta.

2 Pumping Lemma, Gioco e Minimum Pumping Length

Esercizio 4. (Gioco del Pumping Lemma) Dimostrare via *Pumping Lemma* che i linguaggi seguenti *non* sono regolari, rappresentandolo come una “partita” tra Giocatore 1 (difende la regolarità) e Giocatore 2 (nega la regolarità):

- a) $L = \{ w \in \{a, b\}^* \mid \#a(w) = \#b(w) \}$
- b) $L = \{ w \in \{a, b\}^* \mid \#a(w) > \#b(w) \}$
- c) $L = \{ 0^{n^2} \mid n \geq 0 \}$

Per ciascun linguaggio, illustrare:

- La “mossa” con cui Giocatore 2 sceglie la stringa w di lunghezza $\geq p$,
- Come Giocatore 1 è costretto a suddividere $w = xyz$,
- Perché Giocatore 2 può scegliere un i che rende $xy^iz \notin L$.

Esercizio 5. (Minimum Pumping Length, rif. Sipser Esercizio 1.55) Per i linguaggi seguenti, determinare la *minima* pumping length (ovvero il più piccolo p per cui “tutte le stringhe di lunghezza $\geq p$ in L sono pompabili”):

- a) 0001^* (alfabeto $\{0, 1\}$)
- b) 0^*1^*
- c) $\{1011\}$ (linguaggio con un’unica stringa lunga 4)
- d) $(01)^*$ (tutte le concatenazioni di “01”)
- e) Σ^* (tutte le stringhe)

Giustificare brevemente la scelta di p in ciascun caso.