

جزوه کمکی و نقشه راه

درس نظریه زبان ها و ماشین ها

شامل:

- خلاصه نموداری تعاریف پایه
- نقشه راه جامع (از زبان های منظم تا تورینگ)
- تکنیک های طلایی حل مسئله

ALIKHANICLASS

نیم سال تحصیلی جاری

۱ بخش اول: تعاریف بنیادین (خلاصه فصل اول)

در این بخش، مفاهیم اولیه را که سنگ بنای این درس هستند، مرور می‌کنیم. درک دقیق تفاوت بین «رشته»، «زبان» و «گرامر» برای حل مسائل حیاتی است.

مفهوم	تعریف ساده	مثال ریاضی
نماد	کوچک‌ترین واحد سازنده. اتم‌های دنیای نظریه.	$a, b, 0, 1$
الفبا	مجموعه‌ای متناهی و غیرتهی از نمادها. معمولاً با Σ نشان داده می‌شود.	$\Sigma = \{0, 1\}$
رشته	دنباله‌ای متناهی از نمادها که کنار هم قرار گرفته‌اند. طول رشته تعداد نمادهای آن است.	$w = 01101, w = 5$
زبان	مجموعه‌ای از رشته‌ها که روی یک الفبا ساخته شده‌اند. زبان می‌تواند متناهی یا نامتناهی باشد.	$L = \{w \in \Sigma^* : \text{ends in } 00\}$
گرامر	مجموعه‌ای از قوانین تولید برای ساختن رشته‌های یک زبان.	$S \rightarrow aSb \mid \epsilon$

جدول ۱: جدول مقایسه‌ای مفاهیم پایه

نکات کلیدی برای تست‌ها:

- رشته تهی (ϵ یا λ) طولی برابر با صفر دارد اما خودش یک رشته است.
- مجموعه تهی ($\emptyset$) یک زبان است که هیچ رشته‌ای ندارد.
- زبان $\{\epsilon\}$ زبانی است که شامل یک رشته (رشته تهی) است. پس $\emptyset \neq \{\epsilon\}$.

ALIKHANICLASS

۲ بخش دوم: نقشه راه یادگیری (Chomsky Hierarchy)

این نمودار مسیر ما را در طول ترم نشان می‌دهد. هر چه از پایین به بالا می‌رویم، محدودیت‌ها کمتر و قدرت ماشین‌ها بیشتر می‌شود.

کاربرد: محاسبات عمومی، الگوریتم‌ها،
و هر آنچه کامپیوتر می‌تواند انجام دهد.

زبان‌های شمارش‌پذیر بازگشتی
(Recursively Enumerable)
ماشین: تورینگ (Turing Machine)

زیر مجموعه

زبان‌های حساس به متن
(Context-Sensitive)
ماشین: اتوماتای کراندار خطی (LBA)

زیر مجموعه

کاربرد: تحلیل نحوی (Syntax)
(Analysis)، پارسرها، ساختار
زبان‌های برنامه‌نویسی.

زبان‌های مستقل از متن
(Context-Free)
ماشین: پشته‌ای (PDA)

زیر مجموعه

کاربرد: تحلیل واژگانی (Lexical)
(Analysis)، جستجوی متن.
ابزار: عبارت منظم، DFA.

زبان‌های منظم
(Regular)
ماشین: متناهی (DFA/NFA)

تحلیل نمودار:

۱. هر زبان منظمی، مستقل از متن نیز هست (اما عکس آن صادق نیست).
۲. ماشین‌های متناهی (DFA) حافظه ندارند (فقط حالت فعلی).
۳. ماشین‌های پشته‌ای (PDA) یک حافظه LIFO (پشته) نامحدود دارند.
۴. ماشین‌های تورینگ به حافظه دسترسی تصادفی و نامحدود دارند (نوار).

۳ بخش سوم: تکنیک طلایی (تبدیل سریع NFA به DFA)

یکی از سوالات قطعی امتحانات، تبدیل یک ماشین NFA (غیرقطعی) به DFA (قطعی) است. روش کلاسیک ممکن است زمان‌بر باشد. در اینجا تکنیک «ارزیابی تنبل» (Lazy Evaluation) را معرفی می‌کنیم.

صورت مسئله

فرض کنید یک NFA دارید و می‌خواهید DFA معادل آن را بسازید. به جای اینکه تمام 2^Q حالت ممکن را بنویسید (که برای ۴ حالت می‌شود ۱۶ حالت!)، فقط حالت‌هایی را بسازید که در دسترس هستند.

۱. شروع: حالت شروع DFA، مجموعه حالت‌های شروع NFA است (اگر λ -transition دارید، λ -closure آن را بگیرید).

۲. تکرار: برای هر حالت جدیدی که در DFA پیدا می‌کنید (مثلاً مجموعه $\{q_0, q_1\}$):

- ببینید با هر نماد ورودی (مثلاً 'a') تک تک اعضا به کجا می‌روند.
- اجتماع تمام مقصدها را بگیرید.
- این اجتماع، یک حالت جدید در DFA می‌شود.

۳. پایان: اگر حالت جدیدی تولید نشد، توقف کنید.

۴. حالت‌های نهایی: هر مجموعه‌ای در DFA که شامل حداقل یک حالت نهایی از NFA باشد، در DFA نهایی است.

مثال عملی

فرض کنید در NFA داریم:

$$q_0 \xrightarrow{a} \{q_0, q_1\}$$

- q_1 حالت نهایی است.

اجرای روش:

۱. حالت شروع DFA: همان $\{q_0\}$ است.

۲. بررسی $\{q_0\}$ با ورودی 'a':

$$\delta(q_0, a) = \{q_0, q_1\}$$

این یک حالت جدید است! نامش را A می‌گذاریم.

۰۳. بررسی حالت جدید $A = \{q_0, q_1\}$ با ورودی a' :

$$\delta(q_0, a) \cup \delta(q_1, a) = \{q_0, q_1\} \cup \emptyset = \{q_0, q_1\}$$

این همان حالت A است. پس به خودش برمی‌گردد.

۰۴. نتیجه: حالت $A = \{q_0, q_1\}$ چون شامل q_1 (نهایی NFA) است، پس در DFA نهایی است.

نکته کنکوری: اگر NFA شما n حالت دارد، DFA معادل در بدترین حالت 2^n حالت دارد، اما در اکثر مسائل امتحانی تعداد حالت‌ها بسیار کمتر است. همیشه از حالت شروع آغاز کنید و فقط مسیرها را دنبال کنید.



تمرین‌های پیشنهادی برای تسلط

۱. یک NFA بکشید که رشته‌هایی را بپذیرد که با 'abb' تمام می‌شوند. سپس با روش بالا آن را به DFA تبدیل کنید.
۲. گرامر $S \rightarrow aSb \mid SS \mid \epsilon$ چه زبانی را تولید می‌کند؟ (راهنمایی: پرانتزگذاری متوازن).
۳. تفاوت بین یک زبان «منظم» و یک زبان «مستقل از متن» را با یک مثال نقض (مانند $a^n b^n$) توضیح دهید.



[