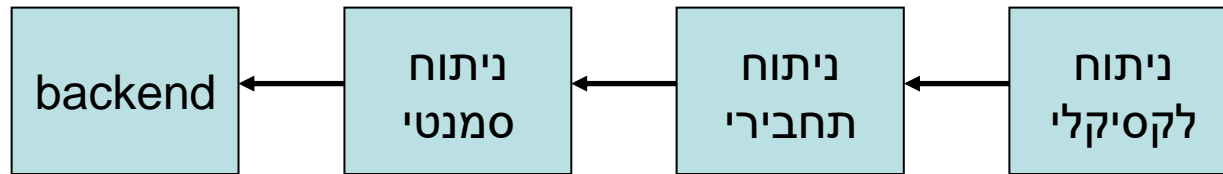


ניתוח תחבירי Top-Down

עודכן: סמסטר חורף 2022

תזכורת מתרגול אחרון

- ראינו מהו המבנה הסכמתי של קומפיילר



- לקסמות, אסימונים, וביטויים רגולריים.
- דנו בתכונות המנתח הלקסיקלי.
- ראינו את הכלי Flex.

דרישת מהמנתח התחבירי

- **שלמות:** המנתח צריך לזהות כל מילה בשפה:

– אם התכנית היא חוקית,

המנתח יצליח לזהות אותה ויבנה **עץ גזירה**.

- **נאותות:** אסור למנתח לקבל מילים שאינן בשפה:

– אם התכנית אינה חוקית,

המנתח לא יצליח לזהותה ויודיע על **שגיאה**.

ניתוח Top-Down

- הניתוח מתחיל מהמשתנה התחילי (S).
- מפעילים רצף של כללי גזירה.
- עוצרים כאשר:

– מגיעים למילת הקלט (התוכנית כולה) \Leftrightarrow המילה בשפה.

– נתקעים (לא ניתן להפעיל אף כלל גזירה) \Leftrightarrow המילה אינה בשפה.

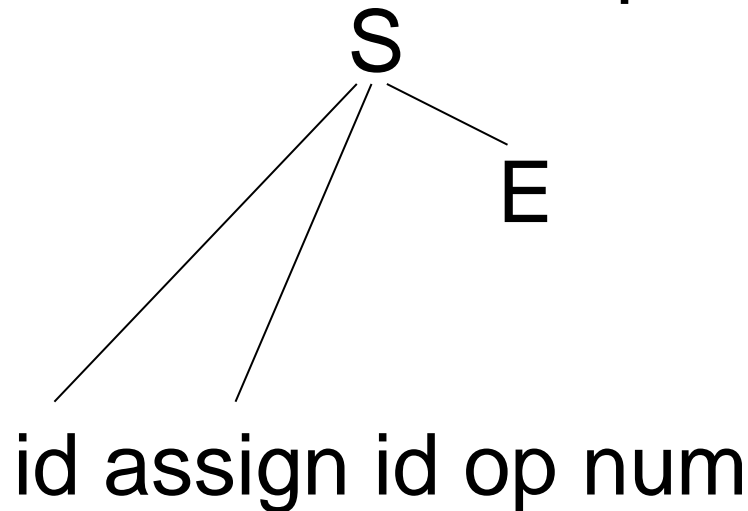
דוגמה

$x = y + 1$

- בקוד המקור:

- אחרי ניתוח לקסיקלי: id assign id op num

- ניתוח תחבירי Top-Down:



שימוש בכלל

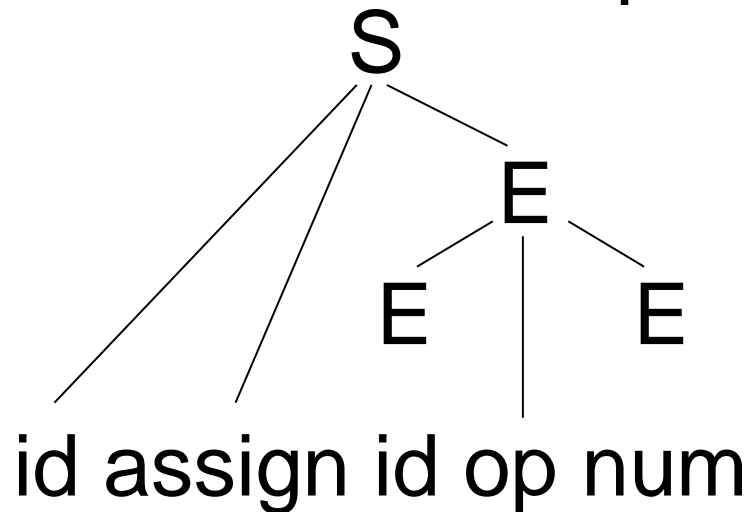
$S \rightarrow \underbrace{\text{id}}_{\text{טרמינל}} \underbrace{\text{assign}}_{\text{טרמינל}} \underbrace{E}_{\text{משתנה}}$

דוגמה

• בקוד המקור: $x = y + 1$

• אחרי ניתוח לקסיקלי: id assign id op num

• ניתוח תחבירי Top-Down:



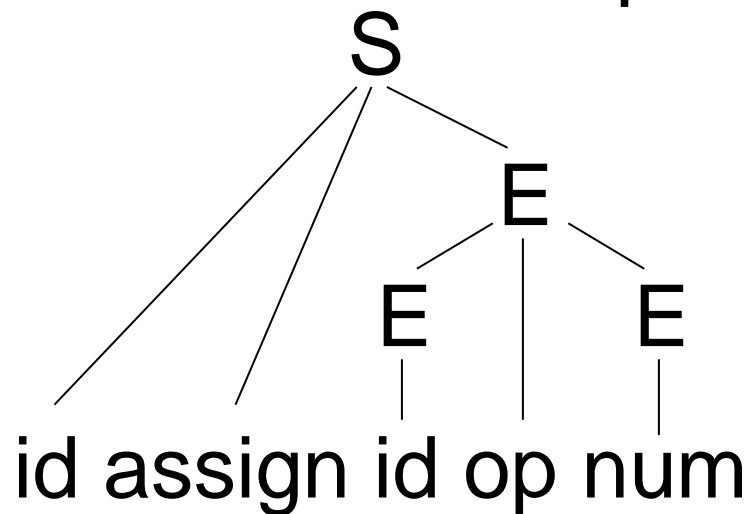
שימוש בכלל
 $E \rightarrow E \text{ op } E$

דוגמה

$x = y + 1$ • בקוד המקור:

id assign id op num • אחרי ניתוח לקסיקלי:

• ניתוח תחבירי Top-Down:



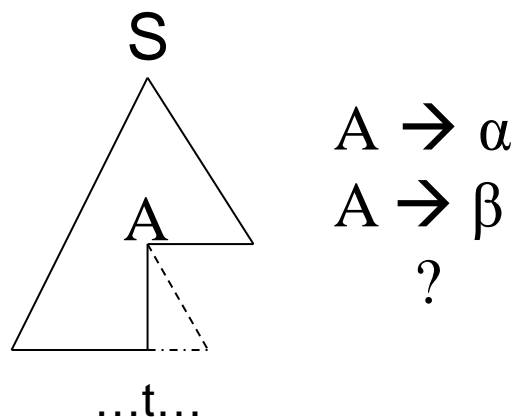
שימוש בכללים

$E \rightarrow id$

$E \rightarrow num$

ניתוח Top-Down

- הבעיה העיקרית: איזה כלל להפעיל בכל צעד?



- הסיטואציה:
- רוצים לגזור את A , וכרגע בקלט האסימון t .
- השאלה: באיזה כלל של A להשתמש?

שיטת Recursive Descent

- הרעיון: נכתוב תכנית ספציפית לדקדוק.
- נכתוב לכל משתנה פונקציה שיודעת "לגזור" את כל המילים שניתן לקבל ממנו.
- נבחר את כלל הגזירה לפי הסדר הבא:
 - כשמנסים לגזור את המשתנה A והטרמינל הבא בקלט t :
 - אם ל- A יש כלל שמתחיל ב- t , בחר בו
 - אחרת, אם ל- A כלל יחיד שמתחיל במשתנה, בחר בו
 - אחרת, החזר הודעת שגיאה

בעיות בשיטת RD

- המנתח לא יודע לקבל כל מני דקדוקים יחסית טריוויאליים:
 - עבור $A \rightarrow B\alpha$, $A \rightarrow C\beta$, איזה כלל נבחר?
 - עבור $A \rightarrow a\alpha$, $A \rightarrow a\beta$, איזה כלל נבחר?
- המנתח לא שלם - הוא לא מזהה את כל המילים בשפה
 - דוגמה: בדקדוק: $S \rightarrow a \mid Bb$, $B \rightarrow a$
ומילת קלט "ab":
נשמח אם המנתח יבחר בכלל $S \rightarrow Bb$,
אבל הוא יבחר בכלל $S \rightarrow a$ וייתקע.
- רקורסיה שמאלית תגרום לריצה אינסופית
 - דוגמה: $S \rightarrow Sa \mid b$, כאשר התו הבא בקלט אינו b.

שיפור מנגנון ההחלטה לבחירת כלל

קבוצת כללי הגזירה

קבוצת הטרמינלים בשפה

נגדיר פונקציה: $\text{select}: P \rightarrow 2^T$

שמגדירה לכל כלל P , איזו קבוצת טרמינלים (ליטרלים) בקלט יגרמו לבחירת הכלל הזה.

אלגוריתם RD משופר:

זהה לאלגוריתם RD שראינו, פרט לשינוי הבא:
כל פעם ששוקלים אם להפעיל חוק, בודקים אם התו הבא בקלט שייך לselect של החוק

מנתח LL(1)

- מסתמך על select לבחירת הכלל הבא שייגזר
- קורא קלט **משמאל לימין**, מייצר **ניתוח שמאלי ביותר** ונעזר ב-lookahead של טרמינל אחד.

עבור טרמינל t בקלט, מתי ייבחר הכלל $A \rightarrow \alpha$?

פתרון נאיבי:

- נבחר בכלל מהצורה $A \rightarrow t\beta$ [$t \in T, \beta \in (V \cup T)^*$] אם קיים
 - נבחר בכלל מהצורה $A \rightarrow B\beta$ [$B \in V, \beta \in (V \cup T)^*$] כאשר התבנית הפסוקית $B\beta$ יכולה לגזור מילה המתחילה ב- t :
 - נשתמש בפונקצית עזר **first**, עבור כל תבנית פסוקית α בדקדוק:
- $$T \supseteq \text{first}(\alpha) = \left\{ \begin{array}{l} \text{קבוצת הטרמינלים} \\ \text{שיכולים להופיע בתחילת} \\ \text{מילה שהתבנית } \alpha \text{ גוזרת} \end{array} \right\}$$
- ננסה להגדיר: $\text{select}(A \rightarrow \alpha) = \text{first}(\alpha)$

Oh Noez!

- מה יקרה בדקדוק הבא?
 $S \rightarrow AB$
 $A \rightarrow C$ $select(S \rightarrow AB) = first(AB) = \{t\}$
 $C \rightarrow \epsilon$ • כעת נעבור לגזור את A אבל:
 $B \rightarrow t$ $select(A \rightarrow C) = first(C) = \emptyset$
- כלומר:
– $A \rightarrow C$ לעולם לא ייבחר
– מכיוון שאין אף כלל אחר ל- A , הדקדוק לא יגזור כלום!

פתרון: להתייחס לכללים אפיסים

- אם הכלל כולו אפיס ($A \rightarrow^* \epsilon$) נרצה לבחור אותו לפי טרמינלים שיוכלו להופיע אחריו בכללי גזירה

$$S \rightarrow AB$$

$$A \rightarrow C$$

$$C \rightarrow \epsilon$$

$$B \rightarrow t$$

- נרצה $select(A \rightarrow C) = first(B) = \{t\}$

– נגדיר פונקצית עזר נוספת **follow**, עבור כל משתנה בדקדוק:

$$T \supseteq follow(A) = \left\{ \begin{array}{l} \text{כל הטרמינלים שיכולים} \\ \text{להופיע מיד לאחר } A \\ \text{בגזירה כלשהי} \end{array} \right\}$$

הגדרות פורמאליות

- First: $(V \cup T)^* \rightarrow 2^T$ •

כל הטרמינלים שיכולים להופיע בתחילת מילה שתבנית α גוזרת:

$$\text{First}(\alpha) = \{ t \in T \mid \alpha \rightarrow^* t\beta \}$$

- Follow: $V \rightarrow 2^T$ •

כל הטרמינלים שיכולים להופיע מיד לאחר המשתנה A בגזירה כלשהי:

$$\text{Follow}(A) = \{ t \in T \cup \{\$ \} \mid S\$ \rightarrow^* \alpha A t \beta \}$$

S - משתנה תחילי של הדקדוק, $\$$ - סימן סוף קלט (אינו חלק מאוסף הטרמינלים).

$\alpha, \beta \in (V \cup T)^*$

- Select: $P \rightarrow 2^T$ •

- לכל כלל בדקדוק, זו קבוצת הטרמינלים (אסימונים) האפשריים שיגרמו לכלל

להיבחר, אם האסימון נמצא בראש הקלט כרגע:

$$\text{Select}(A \rightarrow \alpha) = \begin{cases} \text{first}(\alpha) \cup \text{follow}(A) & \alpha \rightarrow^* \varepsilon \\ \text{first}(\alpha) & \text{otherwise} \end{cases}$$

אלגוריתם לחישוב first

- שלב 0 – בודקים אילו משתנים הם אפיסים.
- שלב 1 – חישוב first עבור כל סימן $X \in (V \cup T)$ בדקדוק ע"פ האלגוריתם הבא:

• אתחול:

– לכל טרמינל $t \in T$ בצע: $\text{first}(t) := \{t\}$

– לכל משתנה $A \in V$ בצע: $\text{first}(A) := \emptyset$

- צעד: כל עוד יש שינויים, לכל כלל $A \rightarrow Y_1 Y_2 \dots Y_k$ $[Y_i \in (V \cup T), 1 \leq i \leq k]$ בצע:

– $\text{first}(A) := \text{first}(A) \cup \text{first}(Y_1)$

– לכל $i > 1$ עבורו $Y_1 Y_2 \dots Y_{i-1} \rightarrow^* \varepsilon$, בצע:

$\text{first}(A) := \text{first}(A) \cup \text{first}(Y_i)$

שימו לב: יש כאן תלות מעגלית!
האלגוריתם הוא איטרטיבי
ופועל עד שאין יותר שינויים.

אלגוריתם לחישוב first פונקציה

- שלב 2 – חישוב first עבור תבנית פסוקית

$$\alpha = x_1 x_2 \dots x_k$$

$$\text{first}(\alpha) := \bigcup_{x_1 x_2 \dots x_{j-1} \rightarrow^*_{\epsilon} x_j} \text{first}(x_j)$$

- כלומר:

– $\text{first}(x_1)$, איחוד עם

– $\text{first}(x_2)$ במקרה ש- x_1 אפיס, איחוד עם

– $\text{first}(x_3)$ במקרה ש- x_1 ו- x_2 אפיסים, איחוד עם ...

דוגמה - חישוב first

$$S \rightarrow aB \mid BC \mid CBd$$

$$B \rightarrow b \mid \varepsilon$$

$$C \rightarrow c \mid \varepsilon$$

• נתון דקדוק:

• שלב 0 – המשתנים האפיסים: S, C, B.

• שלב 1 - חישוב first עבור המשתנים:

	S	B	C
1	\emptyset	\emptyset	\emptyset

צעד: כל עוד יש שינויים, לכל כלל $A \rightarrow Y_1 Y_2 \dots Y_k$ $[Y_i \in (V \cup T) \text{ עבור } 1 \leq i \leq k]$, בצע:

- $\text{first}(A) := \text{first}(A) \cup \text{first}(Y_1)$

- לכל $i > 1$ עבורו $Y_1 Y_2 \dots Y_{i-1} \rightarrow^* \varepsilon$, בצע: $\text{first}(A) := \text{first}(A) \cup \text{first}(Y_i)$

דוגמה - חישוב first

- נתון דקדוק:
 $S \rightarrow aB \mid BC \mid CBd$
 $B \rightarrow b \mid \varepsilon$
 $C \rightarrow c \mid \varepsilon$
- שלב 0 – המשתנים האפיסים: S, C, B.
- שלב 1 - חישוב first עבור המשתנים:

	S	B	C
1	\emptyset	\emptyset	\emptyset
2	{a,d}	{b}	{c}

צעד: כל עוד יש שינויים, לכל כלל $A \rightarrow Y_1 Y_2 \dots Y_k$ $[Y_i \in (V \cup T) \text{ עבור } 1 \leq i \leq k]$, בצע:

- $\text{first}(A) := \text{first}(A) \cup \text{first}(Y_1)$

- לכל $i > 1$ עבורו $Y_1 Y_2 \dots Y_{i-1} \rightarrow^* \varepsilon$, בצע: $\text{first}(A) := \text{first}(A) \cup \text{first}(Y_i)$

דוגמה - חישוב first

$$S \rightarrow aB \mid BC \mid CBd$$

$$B \rightarrow b \mid \varepsilon$$

$$C \rightarrow c \mid \varepsilon$$

• נתון דקדוק:

• שלב 0 – המשתנים האפיסים: S, C, B.

• שלב 1 - חישוב first עבור המשתנים:

	S	B	C
1	\emptyset	\emptyset	\emptyset
2	{a,d}	{b}	{c}
3	{a,d,b,c}	{b}	{c}

דוגמה - חישוב first

$$S \rightarrow aB \mid BC \mid CBd$$

$$B \rightarrow b \mid \varepsilon$$

$$C \rightarrow c \mid \varepsilon$$

• נתון דקדוק:

• שלב 0 – המשתנים האפיסים: S, C, B.

• שלב 1 - חישוב first עבור המשתנים:

	S	B	C
1	\emptyset	\emptyset	\emptyset
2	{a,d}	{b}	{c}
3	{a,d,b,c}	{b}	{c}
4	{a,d,b,c}	{b}	{c}

דוגמה - חישוב first

$$S \rightarrow aB \mid BC \mid CBd$$

$$B \rightarrow b \mid \varepsilon$$

$$C \rightarrow c \mid \varepsilon$$

• שלב 2 - חישוב first לאגפי ימין:

$$\text{first}(aB) = \{a\}$$

$$\text{first}(BC) = \text{first}(B) \cup \text{first}(C) = \{b, c\}$$

$$\text{first}(CBd) = \text{first}(C) \cup \text{first}(B) \cup \text{first}(d) = \{c, b, d\}$$

$$\text{first}(\alpha) := \bigcup \text{first}(x_j)$$

$$x_1 x_2 \dots x_{j-1} \rightarrow^* \varepsilon$$

אלגוריתם לחישוב follow

• רוצים לחשב $\text{follow}(A) = \{ t \in T \cup \{\$ \} \mid S\$ \rightarrow^* \alpha A t \beta \}$

• אתחול:

– למשתנה התחילי S : $\text{follow}(S) := \{\$ \}$

– לכל משתנה $A \neq S$: $\text{follow}(A) := \emptyset$

• צעד: כל עוד יש שינויים, לכל משתנה $A \in V$ בצע:

– לכל כלל $\alpha A \beta \rightarrow Y$ בדקדוק (כל כלל בו A מופיע איפשהו באגף ימין) בצע:

• $\text{follow}(A) := \text{follow}(A) \cup \underline{\text{first}(\beta)}$

• ואם $\beta \rightarrow^* \epsilon$, בצע גם: $\text{follow}(A) := \text{follow}(A) \cup \underline{\text{follow}(Y)}$



[אם t יכול להופיע אחרי Y , אזי הוא יכול להופיע גם אחרי $\alpha A \beta$.

אבל אם β אפיס, אזי t בעצם יכול להופיע גם אחרי $A \dots$]

המשך דוגמה - חישוב follow

$$S \rightarrow aB \mid BC \mid CBd$$

$$B \rightarrow b \mid \varepsilon$$

$$C \rightarrow c \mid \varepsilon$$

• נתון דקדוק:

• חישוב follow (לכל משתנה דקדוק):

	S	B	C
1	{ \$ }	\emptyset	\emptyset

לכל כלל $Y \rightarrow \alpha A \beta$ בדקדוק בצע:

$$\text{follow}(A) := \text{follow}(A) \cup \text{first}(\beta)$$

ואם $\beta \rightarrow^* \varepsilon$, בצע גם: $\text{follow}(A) := \text{follow}(A) \cup \text{follow}(Y)$

המשך דוגמה - חישוב follow

$$S \rightarrow aB \mid BC \mid CBd$$

$$B \rightarrow b \mid \varepsilon$$

$$C \rightarrow c \mid \varepsilon$$

• נתון דקדוק:

• חישוב follow (לכל משתנה דקדוק):

	S	B	C
1	{ $\$$ }	\emptyset	\emptyset
2	{ $\$$ }	{c, \$, d}	{b, d, \$}

מתוך $S \rightarrow BC$

מתוך $S \rightarrow CBd$

משתנה S לא מופיע

בצד ימין של אף כלל גזירה

לכל כלל $Y \rightarrow \alpha A \beta$ בדקדוק בצע:

$$\text{follow}(A) := \text{follow}(A) \cup \text{first}(\beta)$$

ואם $\beta \rightarrow^* \varepsilon$, בצע גם: $\text{follow}(A) := \text{follow}(A) \cup \text{follow}(Y)$

המשך דוגמה - חישוב follow

$$S \rightarrow aB \mid BC \mid CBd$$

$$B \rightarrow b \mid \varepsilon$$

$$C \rightarrow c \mid \varepsilon$$

• נתון דקדוק:

• חישוב follow (לכל משתנה דקדוק):

	S	B	C
1	{ $\$$ }	\emptyset	\emptyset
2	{ $\$$ }	{c,\$,d}	{b,d,\$}
3	{ $\$$ }	{c,\$,d}	{b,d,\$}

המשך דוגמה - חישוב select

$$S \rightarrow aB \mid BC \mid CBd$$

$$B \rightarrow b \mid \varepsilon$$

$$C \rightarrow c \mid \varepsilon$$

• נתון דקדוק:

• חישוב קבוצת הטרמינלים **select** **לכל כלל בדקדוק:**

– תזכורת:

$$\text{select}(A \rightarrow \alpha) = \begin{cases} \text{first}(\alpha) \cup \text{follow}(A) & \alpha \rightarrow^* \varepsilon \\ \text{first}(\alpha) & \text{otherwise} \end{cases}$$

המשך דוגמה - חישוב select

$S \rightarrow aB \mid BC \mid CBd$

$B \rightarrow b \mid \varepsilon$

$C \rightarrow c \mid \varepsilon$

$$\text{select}(A \rightarrow \alpha) = \begin{cases} \text{first}(\alpha) \cup \text{follow}(A) & \alpha \rightarrow^* \varepsilon \\ \text{first}(\alpha) & \text{otherwise} \end{cases}$$

• חישוב select לכל כלל בדקדוק:

$\text{select}(S \rightarrow aB)$	$= \text{first}(aB)$	$= \{a\}$
$\text{select}(S \rightarrow BC)$	$= \text{first}(BC) \cup \text{follow}(S)$	$= \{b, c, \$\}$
$\text{select}(S \rightarrow CBd)$	$=$	
$\text{select}(B \rightarrow b)$	$=$	
$\text{select}(B \rightarrow \varepsilon)$	$=$	
$\text{select}(C \rightarrow c)$	$=$	
$\text{select}(C \rightarrow \varepsilon)$	$=$	

המשך דוגמה - חישוב select

$S \rightarrow aB \mid BC \mid CBd$

$B \rightarrow b \mid \varepsilon$

$C \rightarrow c \mid \varepsilon$

$$\text{select}(A \rightarrow \alpha) = \begin{cases} \text{first}(\alpha) \cup \text{follow}(A) & \alpha \rightarrow^* \varepsilon \\ \text{first}(\alpha) & \text{otherwise} \end{cases}$$

• חישוב select **לכל כלל בדקדוק**:

$\text{select}(S \rightarrow aB)$	$= \text{first}(aB)$	$= \{a\}$
$\text{select}(S \rightarrow BC)$	$= \text{first}(BC) \cup \text{follow}(S)$	$= \{b, c, \$\}$
$\text{select}(S \rightarrow CBd)$	$= \text{first}(CBd)$	$= \{b, c, d\}$
$\text{select}(B \rightarrow b)$	$= \text{first}(b)$	$= \{b\}$
$\text{select}(B \rightarrow \varepsilon)$	$= \text{first}(\varepsilon) \cup \text{follow}(B)$	$= \{c, d, \$\}$
$\text{select}(C \rightarrow c)$	$= \text{first}(c)$	$= \{c\}$
$\text{select}(C \rightarrow \varepsilon)$	$= \text{first}(\varepsilon) \cup \text{follow}(C)$	$= \{b, d, \$\}$

מתי קיים מנתח $LL(1)$?

- לדקדוק G קיים מנתח $LL(1)$ אם ורק אם לא קיים קונפליקט בדקדוק, כלומר לכל שני כללים בדקדוק עבור אותו המשתנה- $A \rightarrow \alpha$, $A \rightarrow \beta$:
$$\text{select}(A \rightarrow \alpha) \cap \text{select}(A \rightarrow \beta) = \emptyset$$

בניית מנתח LL(1)

מבני נתונים של המנתח

• **Q:** מחסנית הניתוח שמחזיקה את מה שרוצים עדיין לראות

– בראש המחסנית - מה שרוצים לראות מיד (טרמינל/משתנה)

– אתחול: בראש המחסנית יהיה S

– תומכת בפעולות pop, push, top

• **M:** טבלה שאומרת איזה כלל גזירה יש להפעיל בהינתן

המשתנה הבא לגזירה והטרמינל הבא בקלט

$$M(X, t) = \begin{cases} X \rightarrow \alpha & t \in \text{select}(X \rightarrow \alpha) \\ \text{error} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$X \in V$
 $t \in T$

דוגמה

- נתון דקדוק הבא:

$$S \rightarrow Ab \mid bC$$

$$A \rightarrow a$$

$$C \rightarrow cA$$

- נבנה טבלת M של מנתח LL(1).
- לצורך כך, נחשב תחילה את פונקציית select עבור כל כלל גזירה.

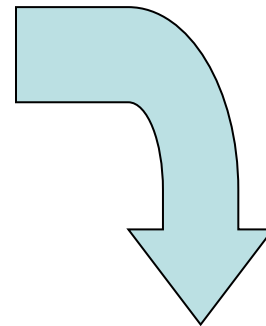
דוגמה (המשך)

$\text{select}(S \rightarrow Ab) = \{a\}$

$\text{select}(S \rightarrow bC) = \{b\}$

$\text{select}(A \rightarrow a) = \{a\}$

$\text{select}(C \rightarrow cA) = \{c\}$



בניית הטבלה

M:

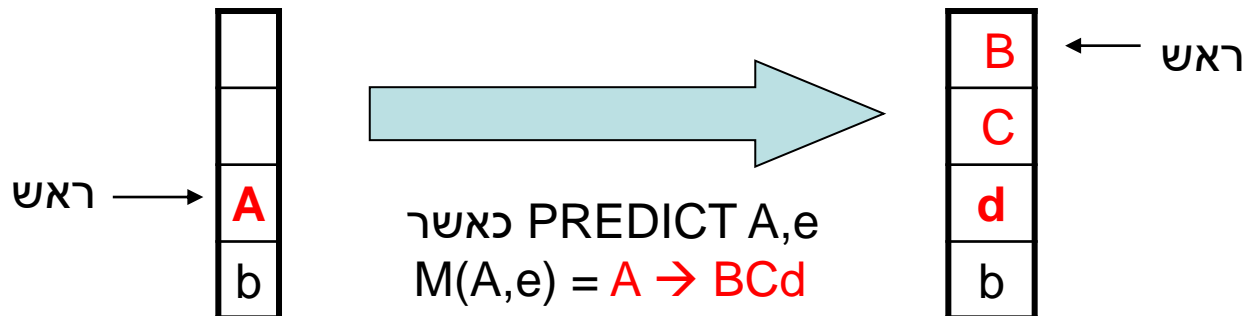
	a	b	c	\$
S	$S \rightarrow Ab$	$S \rightarrow bC$		
A	$A \rightarrow a$			
C			$C \rightarrow cA$	

פעולות המנתח

- **MATCH t,t** : הוצאת טרמינלים תואמים מהקלט ומהמחסנית.
אם הם לא תואמים עוצרים עם הודעת שגיאה.
- **PREDICT X,t** : החלפת משתנה X בצד ימין של כלל גזירה מתאים

– חפש ב- $M(X,t)$ איזה כלל גזירה להפעיל

- אם מצאת $error$, עצור עם הודעת שגיאה
- אחרת, נניח שזהו כלל $X \rightarrow Y_1 Y_2 \dots Y_n$. הוצא את X מהמחסנית ודחוף $Y_1 Y_2 \dots Y_n$ למחסנית בסדר הפוך כאשר Y_1 למעלה.



אלגוריתם הניתוח

Init: push(Q,S), t is the next terminal in input

1. If (isEmpty(Q))
 - if (t == \$), report success // \$ - end of input
 - else, report error
2. else
 - X = top(Q)
 - if (X is terminal)
 - MATCH** (X,t)
 - if (X is variable)
 - PREDICT** (X,t)
3. goto 1

$X = \text{top}(Q)$
 if (X is terminal)
 MATCH (X,t)
 if (X is variable)
 PREDICT (X,t)

המשך הדוגמה

• ריצת המנתח על המילה :bca

	a	b	c
S	S→ Ab	S→ bC	
A	A→a		
C			C→ cA

מחסנית	קלט	פעולה
S	bca\$	

$X = \text{top}(Q)$
 if (X is terminal)
 MATCH (X,t)
 if (X is variable)
 PREDICT (X,t)

המשך הדוגמה

• ריצת המנתח על המילה bca:

	a	b	c
S	S → Ab	S → bC	
A	A → a		
C			C → cA

מחסנית	קלט	פעולה
S	bca\$	predict S,b
Cb	bca\$	

ראש
המחסנית



$X = \text{top}(Q)$
 if (X is terminal)
 MATCH (X,t)
 if (X is variable)
 PREDICT (X,t)

המשך הדוגמה

• ריצת המנתח על המילה bca:

	a	b	c
S	S→ Ab	S→ bC	
A	A→a		
C			C→ cA

מחסנית	קלט	פעולה
S	bca\$	predict S,b
Cb	bca\$	match b,b
C	ca\$	predict C,c

$X = \text{top}(Q)$
 if (X is terminal)
 MATCH (X,t)
 if (X is variable)
 PREDICT (X,t)

המשך הדוגמה

• ריצת המנתח על המילה bca:

	a	b	c
S	$S \rightarrow Ab$	$S \rightarrow bC$	
A	$A \rightarrow a$		
C			$C \rightarrow cA$

מחסנית	קלט	פעולה
S	bca\$	predict S,b
Cb	bca\$	match b,b
C	ca\$	predict C,c
Ac	ca\$	match c,c

$X = \text{top}(Q)$
 if (X is terminal)
 MATCH (X,t)
 if (X is variable)
 PREDICT (X,t)

המשך הדוגמה

• ריצת המנתח על המילה bca:

	a	b	c
S	S→ Ab	S→ bC	
A	A→a		
C			C→ cA

מחסנית	קלט	פעולה
S	bca\$	predict S,b
Cb	bca\$	match b,b
C	ca\$	predict C,c
Ac	ca\$	match c,c
A	a\$	predict A,a
a	a\$	match a,a
<empty>	\$	success

שאלה ממבחן - מחסנית

נתון הדקדוק הבא:

$S \rightarrow AAB$

$A \rightarrow a$

$B \rightarrow b$

עבור כל אחת מהאפשרויות הבאות, קבעו האם תוכן המחסנית הנתון בה, יכול להתקבל בריצה של המנתח $LL(1)$ עבור הדקדוק הנ"ל על מילת קלט כלשהי (שאינה בהכרח בשפה). הסימן הימני ביותר הוא בראש המחסנית:

BA	א. ✓
Ba	ב. ✓
bA	ג.
Aa	ד.

פתרון שאלה

$S \rightarrow AAB$

$A \rightarrow a$

$B \rightarrow b$

א. BA

ב. Ba

ג. bA

ד. Aa

שלב 1: נבנה את הטבלה:

	a	b
S	$S \rightarrow AAB$	
A	$A \rightarrow a$	
B		$B \rightarrow b$

סיכום

- הגדרנו מנתח LL(1) שמחקה את פעולת Recursive Decent באמצעות מחסנית.
- המנתח הוא Top Down, בכל שלב בניתוח נעזרים בפונקציית select לקבל החלטות.
- קיים קונפליקט, אם עבור משתנה בדקדוק A מתקיים:

$$\text{select}(A \rightarrow \alpha) \cap \text{select}(A \rightarrow \beta) \neq \emptyset$$

בשיעור הבא

- מנתח LL(1) מתקשה להתמודד עם רקורסיה שמאלית. למשל

$$A \rightarrow A\alpha|b$$

אינו ב LL(1) כי:

$$\text{select}(A \rightarrow A\alpha) \cap \text{select}(A \rightarrow b) = \{b\}$$

- בשיעור הבא נדבר על מנתחי Bottom Up שמצליחים להתמודד עם בעיה זו.