

CS441/CS241 Automata Theory and Formal Languages

ربيع 2024

د. عدنان محمود عبدالله الشريف

adnan.sherif@uot.edu.ly



1

قواعد خارج السياق Context Free Grammars

- تعرفنا في الدرس السابق على اللغات خارج السياق ودرسنا تعريف قواعد خارج السياق وطريقة كتابتها وأنواع الاشتقاق وتكوين شجرة الاشتقاق لسلاسل هذه اللغات (راجع الدرس رقم 6).
- كما رأينا ان بعض هذه القواعد قد تكون مبهمه وعرفنا القواعد المبهمه بانها القواعد التي يمكن عند استخدامها من إيجاد أكثر من شجرة اشتقاق لنفس السلسلة. كما درسنا انه لا توجد طريقة لتحويل القواعد المبهمه الى غير مبهمه وتحتاج الى إعادة صياغة هذه القواعد.
- إعادة صياغة القواعد قد ينتج عنه بعض القواعد الإضافية غير المفيدة والتي لا نحتاج اليها في وصف اللغة او قد ينتج عنها قواعد أحادية. كما انه لا توجد قيود على طرق كتابة او الصيغة التي تكتب بها هذه القواعد.

2

قواعد خارج السياق Context Free Grammars

- في هذا الدرس سنتعرف على بعض العمليات والخوارزميات التي تساهم في تقليص عدد القواعد والتخلص من القواعد الغير مفيدة وهي:
 - طريقة التخلص من القواعد غير المفيدة.
 - طريقة التخلص من القواعد التي تنتهي بـ ϵ .
 - طريقة التخلص من القواعد الأحادية.
- كما سندرس بعض الصيغ المتبعة في كتابة القواعد وخطوات إعادة كتابة القواعد لتكون في احدى هذه الصيغ:
 - صيغة تشومسكي
 - صيغة جريباخ

24/06/2024

CS441/CS241 Automata Theory and Formal Languages

3

3

قواعد خارج السياق Context Free Grammars

- التخلص من قواعد الاشتقاق غير المفيدة:
 - نخص بالقواعد غير المفيدة الحالات التالية:
 - (1) قواعد لا يمكن الوصول اليها من البداية
 - (2) متغيرات مستخدمة في قواعد ليس لديها اشتقاق على سبيل المثال:

$$S \rightarrow AC \mid B$$

$$A \rightarrow a$$

$$C \rightarrow c \mid BC$$

$$E \rightarrow aA \mid e$$

نلاحظ انه انطلاقا من S لا يمكن الوصول الى E

كما نلاحظ عدم وجود قاعدة لاشتقاق المتغير B

24/06/2024

CS441/CS241 Automata Theory and Formal Languages

4

4

قواعد خارج السياق Context Free Grammars

- التلخص من قواعد الاشتقاق غير المفيدة:
- يمكن التخلص من قواعد الاشتقاق غير المفيدة في مرحلتين:
- المرحلة الأولى: يتم إنشاء قواعد جديدة G' للقواعد الأصلية G بإتباع الخطوات التالية:
 1. قم بإنشاء V'_1 تحتوي على المتغيرات التي يمكن اشتقاق الرموز في Σ منها مباشرة (على الشكل $A \rightarrow a$) واجعل $i = 1$.
 2. أضف إلى V'_{i+1} جميع المتغيرات في V'_i تم قم بإضافة جميع المتغيرات التي لها قواعد اشتقاق تحتوي في الطرف الأيمن على متغير أو أكثر موجود في V'_i .
 3. اعد الخطوة رقم 2 حتى تحصل على $V'_{i+1} = V'_i$.
 4. قم بإنشاء القاعدة الجديدة G' تحتوي فقط على قواعد الاشتقاق في القاعدة الأصلية G تحتوي على المتغيرات المدرجة في V'_i .

قواعد خارج السياق Context Free Grammars

- التلخص من قواعد الاشتقاق غير المفيدة:
- المرحلة الثانية: يتم إنشاء قواعد جديدة G'' انطلاقاً من القاعدة الناتجة عن المرحلة الأولى G' بإتباع الخطوات التالية:
 1. قم بإنشاء Y_1 تحتوي على متغير البداية S واجعل $i = 1$.
 2. أضف إلى Y_{i+1} جميع العناصر في Y_i تم قم بإضافة جميع المتغيرات والرموز التي يمكن الوصول إليها باستخدام قواعد الاشتقاق في G' للمتغيرات التي تنتمي إلى Y_i .
 3. اعد الخطوة رقم 2 حتى تحصل على $Y_{i+1} = Y_i$.
 4. قم بإنشاء القاعدة الجديدة G'' تحتوي فقط على قواعد الاشتقاق من القاعدة G' وتحتوي على المتغيرات المدرجة في Y_i .

قواعد خارج السياق Context Free Grammars

- التلخص من قواعد الاشتقاق غير المفيدة:
- مثال 1: تلخص من قواعد الاشتقاق غير المفيدة في القاعدة التالية باستخدام الخطوات التي تم دراستها حيث

$$G = (V, \Sigma, P, S) = (\{S, A, B, C, E\}, \{a, c, e\}, P, S)$$

وحيث P معرفة بقواعد الاشتقاق التالية:

$$S \rightarrow AC \mid B$$

$$A \rightarrow a$$

$$C \rightarrow c \mid BC$$

$$E \rightarrow aA \mid e$$

قواعد خارج السياق Context Free Grammars

$$S \rightarrow AC \mid B$$

$$A \rightarrow a$$

$$C \rightarrow c \mid BC$$

$$E \rightarrow aA \mid e$$

- مثال 1:

الحل: المرحلة الأولى للحصول على G'

1. قواعد الاشتقاق من النوع $A \rightarrow a$ ونلاحظ وجود ثلاث قواعد من هذا النوع $A \rightarrow a$ و $C \rightarrow c$ و $E \rightarrow e$ عليه يتم إضافة هذه المتغيرات الثلاث إلى V_1 لتصبح $V'_1 = \{A, C, E\}$
2. نجعل $V'_1 = \{A, C, E\} = V'_2$ يتم البحث عن قواعد اشتقاق تكون المتغيرات الموجودة في V'_1 في الطرف الأيمن ونلاحظ في المثال القواعد التالية $S \rightarrow AC$ و $S \rightarrow B$ و $E \rightarrow aA$ و $E \rightarrow e$ و $C \rightarrow c$ و $C \rightarrow BC$ لا يتم استعمالها لأن B غير موجودة في V'_1 عليه نتيجة هذه الخطوة $V'_2 = \{A, C, E, S\}$ ولأن $V'_2 \neq V'_1$ علينا تكرار العملية.
3. نجعل $V'_2 = \{A, C, E, S\} = V'_3$ ونعيد البحث عن قواعد اشتقاق تكون المتغيرات الموجودة في V'_2 في الطرف الأيمن ونلاحظ أن كل المتغيرات موجودة في V'_3 و $V'_3 = V'_2$ و V'_3 عليه فإن $V'_3 = V'_2$
4. يمكن الآن تكوين القاعدة الجديدة G'

$$P': S \rightarrow AC, A \rightarrow a, C \rightarrow c, E \rightarrow aA \mid e \text{ و } G' = (V'_3, \Sigma, P', S)$$

قواعد خارج السياق Context Free Grammars

$S \rightarrow AC$
 $A \rightarrow a$
 $C \rightarrow c$
 $E \rightarrow aA|e$

• مثال 1 (تابع) :

المرحلة الثانية للحصول على G''

1. اجعل $Y_1 = \{S\}$
2. اجعل $Y_2 = Y_1$ تم نقوم بالبحث عن كل المتغيرات والرموز التي يمكن اشتقاقها من المتغيرات الموجودة في Y_1 ويتم إضافتها إلى Y_2 . نلاحظ انه لا يوجد قاعدة اشتقاق واحدة للمتغير S وهي $S \rightarrow AC$ وعليه يتم إضافة المتغيرات A و C إلى Y_2 لتصبح $Y_2 = \{S, A, C\}$.
3. اجعل $Y_3 = Y_2$ تم نقوم بالبحث عن كل المتغيرات والرموز التي يمكن اشتقاقها من المتغيرات الموجودة في Y_2 ويتم إضافتها إلى Y_3 . نلاحظ وجود القواعد التالية $S \rightarrow AC$ و $A \rightarrow a$ و $C \rightarrow c$ وعليه يتم إضافة الرموز a و c إلى Y_3 لتصبح $Y_3 = \{S, A, C, a, c\}$.
4. اجعل $Y_4 = Y_3$ تم نقوم بالبحث عن كل المتغيرات والرموز التي يمكن اشتقاقها من المتغيرات الموجودة في Y_3 ويتم إضافتها إلى Y_4 . نلاحظ وجود القواعد التالية $S \rightarrow AC$ و $A \rightarrow a$ و $C \rightarrow c$ وعليه لا توجد متغيرات أو رموز جديدة يمكن إضافتها في هذه الخطوة لتصبح $Y_4 = \{S, A, C, a, c\}$.
5. بما إن الخطوة الأخير لم ينتج عنها متغيرات جديدة و $Y_4 = Y_3$ يمكن الان تكوين القاعدة الجديدة G'' بحيث $G'' = (\{S, A, C\}, \{a, c\}, P'', S)$ و $P'' : S \rightarrow AC, A \rightarrow a, C \rightarrow c$

24/06/2024

CS441/CS241 Automata Theory and Formal Languages

9

9

قواعد خارج السياق Context Free Grammars

• مثال 1 (تابع) :

القاعدة الاصلية G معرفة

$G = (\{S, A, B, C, E\}, \{a, c, e\}, P, S)$
 $P : S \rightarrow AC \mid B$
 $A \rightarrow a$
 $C \rightarrow c \mid BC$
 $E \rightarrow aA \mid e$

بنهاية المرحلة الثانية نحصل على القاعدة الجديدة G'' حيث

$G'' = (\{S, A, C\}, \{a, c\}, P'', S)$
 $P'' : S \rightarrow AC$
 $A \rightarrow a$
 $C \rightarrow c$

24/06/2024

CS441/CS241 Automata Theory and Formal Languages

10

10

قواعد خارج السياق Context Free Grammars

- طريقة التخلص من القواعد التي تنتهي بـ ϵ :
 • يمكن التخلص من قواعد الاشتقاق التي على الصورة $A \rightarrow \epsilon$ بالخطوات التالية:
 1. قم بالبحث عن قواعد اشتقاق على الصورة $A \rightarrow \epsilon$.
 2. قم بالبحث عن كل قواعد الاشتقاق التي تظهر بها المتغير A في الطرف الأيمن مثل $X \rightarrow aA$.
 3. قم باستحداث قاعدة جديدة باستبدال A في الطرف الأيمن بـ ϵ وإضافة القاعدة الجديدة الى قواعد الاشتقاق.
 4. اعد الخطوة أعلاه حتى يتم التخلص من كل اشتقاق على الصورة $A \rightarrow \epsilon$.

24/06/2024

CS441/CS241 Automata Theory and Formal Languages

11

11

قواعد خارج السياق Context Free Grammars

- مثال 2: قم بالتخلص من قواعد الاشتقاق التي تنتهي بـ ϵ في القواعد التالية:
 $G = (\{S, A, B, C\}, \{a, b, c\}, P, S)$

حيث

$$\begin{aligned}
 P: \quad & S \rightarrow ABAC \\
 & A \rightarrow aA \\
 & A \rightarrow \epsilon \\
 & B \rightarrow bB \\
 & B \rightarrow \epsilon \\
 & C \rightarrow c
 \end{aligned}$$

24/06/2024

CS441/CS241 Automata Theory and Formal Languages

12

12

قواعد خارج السياق Context Free Grammars

$S \rightarrow ABAC$
 $A \rightarrow aA$
 $A \rightarrow \varepsilon$
 $B \rightarrow bB$
 $B \rightarrow \varepsilon$
 $C \rightarrow c$

• مثال 2 (تابع):

- الحل: باتباع الخطوات التي تم دراستها نقوم بالتالي:
1. نلاحظ من قواعد الاشتقاق وجود القاعدة $A \rightarrow \varepsilon$ و $B \rightarrow \varepsilon$
 2. للتخلص من $A \rightarrow \varepsilon$ نبحث عن كل قواعد الاشتقاق التي بها A في الطرف الأيمن نجد $A \rightarrow aA$ و $S \rightarrow ABAC$
 3. نلاحظ وجود A مرتين في $S \rightarrow ABAC$ وعليه نقوم باستبدال كل منهما مرة والاثنان معا مرة لتصبح قاعدة الاشتقاق الجديدة لـ S

$S \rightarrow ABAC$
 $S \rightarrow ABC$
 $S \rightarrow BAC$
 $S \rightarrow BC$

4. نلاحظ وجود A في $A \rightarrow aA$ وعليه نقوم باستبدال لتصبح قاعدة الاشتقاق الجديدة لـ A
- $A \rightarrow aA$
 $A \rightarrow a$

24/06/2024

CS441/CS241 Automata Theory and Formal Languages

13

13

قواعد خارج السياق Context Free Grammars

$S \rightarrow ABAC$
 $S \rightarrow ABC$
 $S \rightarrow BAC$
 $S \rightarrow BC$
 $A \rightarrow aA$
 $A \rightarrow a$
 $B \rightarrow bB$
 $B \rightarrow \varepsilon$
 $C \rightarrow c$

• مثال 2 (تابع):

1. للتخلص من القاعدة $B \rightarrow \varepsilon$ نلاحظ وجود B في الطرف الأيمن لقواعد الاشتقاق التالية:

$S \rightarrow ABAC \mid ABC \mid BAC \mid BC$

2. يمكن استبدال B بـ ε في هذه القواعد وإضافة القواعد الجديدة الناتجة لتصبح

$S \rightarrow ABAC \mid ABC \mid BAC \mid BC \mid AAC \mid AC \mid C$

3. كما توجد قاعدة $B \rightarrow bB$ وعليه نقوم بالاستبدال لتصبح قاعدة الاشتقاق الجديدة لـ B

$B \rightarrow bB$
 $B \rightarrow b$

24/06/2024

CS441/CS241 Automata Theory and Formal Languages

14

14

قواعد خارج السياق Context Free Grammars

• مثال 2 (تابع):

لم تعد هناك قواعد اشتقاق على الصورة $A \rightarrow \varepsilon$ وبالتالي قواعد الاشتقاق الجديدة هي

$$\begin{aligned} S &\rightarrow ABAC \mid ABC \mid BAC \mid BC \mid AAC \mid AC \mid C \\ A &\rightarrow aA \mid a \\ B &\rightarrow bB \mid b \\ C &\rightarrow c \end{aligned}$$

قواعد خارج السياق Context Free Grammars

• طريقة التخلص من القواعد الأحادية :

• القواعد الأحادية هي قواعد الاشتقاق على الصورة $A \rightarrow B$ بالخطوات التالية:

1. قم بالبحث عن قواعد اشتقاق على الصورة $A \rightarrow B$.
2. قم بالبحث عن كل قواعد الاشتقاق على الشكل $B \rightarrow a$.
3. قم باستبدال القواعد على الشكل $A \rightarrow B$ بقاعدة اشتقاق $A \rightarrow a$.
4. اعد الخطوة أعلاه حتى يتم التخلص من كل اشتقاق على الصورة $A \rightarrow B$.
5. قم بإلغاء قواعد الاشتقاق غير المفيدة التي يمكن ان تنتج عن هذه العملية.

قواعد خارج السياق Context Free Grammars

- مثال 3: قم بالتخلص من قواعد الاشتقاق الأحادية في القاعدة التالية:
 $G = (\{S, A, B, C, D, E\}, \{a, b\}, P, S)$

حيث

$$\begin{aligned} P: \quad & S \rightarrow AB \\ & A \rightarrow a \\ & B \rightarrow b \mid C \\ & C \rightarrow D \\ & D \rightarrow E \\ & E \rightarrow a \end{aligned}$$

قواعد خارج السياق Context Free Grammars

$$\begin{aligned} S &\rightarrow AB \\ A &\rightarrow a \\ B &\rightarrow b \mid C \\ C &\rightarrow D \\ D &\rightarrow E \\ E &\rightarrow a \end{aligned}$$

- مثال 3 (تابع): نتبع الخطوات للتخلص من قواعد الاشتقاق الأحادية كالتالي:

1. بحث عن قواعد اشتقاق على الصورة $A \rightarrow B$
 نجد ان لدينا $D \rightarrow E$ و $C \rightarrow D$ و $B \rightarrow C$
2. بحث عن كل قواعد الاشتقاق على الشكل $B \rightarrow a$
 نجد قاعدة اشتقاق واحدة $E \rightarrow a$
3. نقوم بتغيير كل قواعد الاشتقاق الأحادية التي تحتوي على E في الطرف الأيمن بالرمز a نلاحظ $D \rightarrow E$ يمكن استبدالها $D \rightarrow a$
4. نعيد الخطوات 2 و 3 الى ان نتخلص من كل قواعد الاشتقاق الأحادية التي تم تحديدها في الخطوة رقم 1

قواعد خارج السياق Context Free Grammars

- مثال 3 (تابع) : عند الانتهاء من الخطوات السابقة نحصل على التالي
 $G = (\{S, A, B, C, D, E\}, \{a, b\}, P, S)$

حيث

$$\begin{aligned} P: \quad & S \rightarrow AB \\ & A \rightarrow a \\ & B \rightarrow b \mid a \\ & C \rightarrow a \\ & D \rightarrow a \\ & E \rightarrow a \end{aligned}$$

نلاحظ ان قواعد الاشتقاق $C \rightarrow a$ و $D \rightarrow a$ و $E \rightarrow a$ لا يمكن الوصول اليها عن طريق متغير البداية S وبالتالي تصبح اشتقاقات غير المفيدة ويمكن التخلص منها لتصبح القاعدة النهائية:

$$\begin{aligned} G &= (\{S, A, B\}, \{a, b\}, P, S) \\ P: \quad & S \rightarrow AB, A \rightarrow a, B \rightarrow b \mid a \end{aligned}$$

قواعد خارج السياق Context Free Grammars

- صيغة تشومسكي (Chomsky Normal Form)
- صيغة تشومسكي تحتم على ان تكون جميع قواعد الاشتقاق على الصور التالية

$$A \rightarrow BC$$

او

$$A \rightarrow a$$

مثال: القاعدة التالية على صيغة تشومسكي

$$S \rightarrow AS \mid a$$

$$A \rightarrow SA \mid b$$

بينما القاعدة التالية ليست على صيغة تشومسكي

$$S \rightarrow AS \mid AAS$$

$$A \rightarrow SA \mid aa$$

قواعد خارج السياق Context Free Grammars

- خطوات تحويل قواعد خارج السياق الى صيغة تشومسكي:
 1. في حال وجود احدى قواعد الاشتقاق بها متغير البداية S في الطرف الأيمن أضف قاعدة اشتقاق جديدة $S \rightarrow S'$ الى قواعد الاشتقاق لتصبح S' متغير البداية.
 2. قم بالتخلص من القواعد التي تنتهي بـ ϵ
 3. قم بالتخلص من كل القواعد الأحادية
 4. لكل قواعد الاشتقاق على الصورة $A \rightarrow B_1 B_2 \dots B_n$ حيث $n > 2$ قم بتغيير القاعدة الى الصورة $A \rightarrow B_1 C_1$ وإضافة القاعدة $C_1 \rightarrow B_2 \dots B_n$. كرر هذه الخطوة حتى تصبح كل القواعد على الصورة $A \rightarrow BC$
 5. كل قواعد الاشتقاق على الصورة $A \rightarrow aB$ قم بتغيير القاعدة الى $A \rightarrow XB$ وإضافة القاعدة $X \rightarrow a$. كرر هذه الخطوة لكل القواعد حيث X متغير جديد.
 6. قم بإعادة وصف القاعدة بتحديث الرباعية وقيم المجموعة V بالمتغيرات الجديدة التي تم إضافتها.

24/06/2024

CS441/CS241 Automata Theory and Formal Languages

21

21

قواعد خارج السياق Context Free Grammars

- مثال 4: حول القاعدة خارج السياق التالية الى صيغة تشومسكي:
 $G = (V, \Sigma, P, S) = (\{S, A, B\}, \{a, b\}, P, S)$

حيث

 $P:$

$$\begin{aligned} S &\rightarrow ASA \mid aB \\ A &\rightarrow B \mid S \\ B &\rightarrow b \mid \epsilon \end{aligned}$$

24/06/2024

CS441/CS241 Automata Theory and Formal Languages

22

22

قواعد خارج السياق Context Free Grammars

- مثال 4 (تابع): الحل
- الخطوة 1: في حال وجود احدى قواعد الاشتقاق بها متغير البداية S في الطرف الأيمن أضف قاعدة اشتقاق جديدة $S' \rightarrow S$ الى قواعد الاشتقاق لتصبح S' متغير البداية.
- نلاحظ وجود المتغير S في الطرف الأيمن في $S \rightarrow ASA$ و $A \rightarrow B \mid S$ إذن نقوم بإضافة $S' \rightarrow S$ لتصبح القواعد كالتالي:

$$\begin{aligned} S' &\rightarrow S \\ S &\rightarrow ASA \mid aB \\ A &\rightarrow B \mid S \\ B &\rightarrow b \mid \varepsilon \end{aligned}$$

24/06/2024

CS441/CS241 Automata Theory and Formal Languages

23

23

قواعد خارج السياق Context Free Grammars

$$\begin{aligned} S' &\rightarrow S \\ S &\rightarrow ASA \mid aB \\ A &\rightarrow B \mid S \\ B &\rightarrow b \mid \varepsilon \end{aligned}$$

- مثال 4 (تابع): الحل
- الخطوة 2: قم بالتخلص من القواعد التي تنتهي بـ ε
- نلاحظ وجود القاعدة $B \rightarrow \varepsilon$ باتباع خطوات التخلص من القواعد التي تنتهي بـ ε تصبح القواعد كالتالي:

$$\begin{aligned} S' &\rightarrow S \\ S &\rightarrow ASA \mid aB \mid a \\ A &\rightarrow B \mid S \mid \varepsilon \\ B &\rightarrow b \end{aligned}$$

نلاحظ إضافة قاعدة جديدة $A \rightarrow \varepsilon$ بنفس الطريقة يتم التخلص منها لتصبح القواعد كالتالي:

$$\begin{aligned} S' &\rightarrow S \\ S &\rightarrow ASA \mid aB \mid a \mid SA \mid AS \mid S \\ A &\rightarrow B \mid S \\ B &\rightarrow b \end{aligned}$$

24/06/2024

CS441/CS241 Automata Theory and Formal Languages

24

24

قواعد خارج السياق Context Free Grammars

$$\begin{aligned} S' &\rightarrow S \\ S &\rightarrow ASA \mid aB \mid a \mid SA \mid AS \mid S \\ A &\rightarrow B \mid S \\ B &\rightarrow b \end{aligned}$$

- مثال 4 (تابع): الحل
- الخطوة 3: قم بالتخلص من القواعد الأحادية.
- نلاحظ وجود مجموعة من القواعد الأحادية وهي $S' \rightarrow S$ و $S \rightarrow S$ و $A \rightarrow B$ و $A \rightarrow S$
- التخلص من $S \rightarrow S$ تصبح القاعدة على كالتالي:

$$\begin{aligned} S' &\rightarrow S \\ S &\rightarrow ASA \mid aB \mid a \mid SA \mid AS \\ A &\rightarrow B \mid S \\ B &\rightarrow b \end{aligned}$$

- التخلص من $S' \rightarrow S$ تصبح القاعدة كالتالي:
- $$\begin{aligned} S' &\rightarrow ASA \mid aB \mid a \mid SA \mid AS \\ S &\rightarrow ASA \mid aB \mid a \mid SA \mid AS \\ A &\rightarrow B \mid S \\ B &\rightarrow b \end{aligned}$$

24/06/2024

CS441/CS241 Automata Theory and Formal Languages

25

25

قواعد خارج السياق Context Free Grammars

$$\begin{aligned} S' &\rightarrow ASA \mid aB \mid a \mid SA \mid AS \\ S &\rightarrow ASA \mid aB \mid a \mid SA \mid AS \\ A &\rightarrow B \mid S \\ B &\rightarrow b \end{aligned}$$

- مثال 4 (تابع): الحل
 - الخطوة 3 تابع:
 - التخلص من $A \rightarrow B$ تصبح القاعدة كالتالي:
- $$\begin{aligned} S' &\rightarrow ASA \mid aB \mid a \mid SA \mid AS \\ S &\rightarrow ASA \mid aB \mid a \mid SA \mid AS \\ A &\rightarrow b \mid S \\ B &\rightarrow b \end{aligned}$$

- التخلص من $A \rightarrow S$ تصبح القاعدة كالتالي:
- $$\begin{aligned} S' &\rightarrow ASA \mid aB \mid a \mid SA \mid AS \\ S &\rightarrow ASA \mid aB \mid a \mid SA \mid AS \\ A &\rightarrow b \mid ASA \mid aB \mid a \mid SA \mid AS \\ B &\rightarrow b \end{aligned}$$

24/06/2024

CS441/CS241 Automata Theory and Formal Languages

26

26

قواعد خارج السياق Context Free Grammars

$S' \rightarrow ASA \mid aB \mid a \mid SA \mid AS$
 $S \rightarrow ASA \mid aB \mid a \mid SA \mid AS$
 $A \rightarrow b \mid ASA \mid aB \mid a \mid SA \mid AS$
 $B \rightarrow b$

• مثال 4 (تابع): الحل

• الخطوة 4: تغيير كل قواعد الاشتقاق التي بها أكثر من متغيرين في الطرف الأيمن:
 نلاحظ وجود قواعد الاشتقاق التالية $S' \rightarrow ASA$ و $S \rightarrow ASA$ و $A \rightarrow ASA$ وهذه الخطوة تحتم علينا تغيير الطرف الأيمن لهذه الاشتقاقات بجعلها على الصورة $A \rightarrow BC$ يمكن القيام بذلك بإضافة متغير جديد X لتصبح قواعد الاشتقاق على الصورة $S' \rightarrow AX$ و $S \rightarrow AX$ و $A \rightarrow AX$ وإضافة قاعدة اشتقاق جديدة $X \rightarrow SA$ لتصبح قواعد الاشتقاق على الصورة التالية:

$S' \rightarrow AX \mid aB \mid a \mid SA \mid AS$
 $S \rightarrow AX \mid aB \mid a \mid SA \mid AS$
 $A \rightarrow b \mid AX \mid aB \mid a \mid SA \mid AS$
 $B \rightarrow b$
 $X \rightarrow SA$

24/06/2024

CS441/CS241 Automata Theory and Formal Languages

27

27

قواعد خارج السياق Context Free Grammars

$S' \rightarrow AX \mid aB \mid a \mid SA \mid AS$
 $S \rightarrow AX \mid aB \mid a \mid SA \mid AS$
 $A \rightarrow b \mid AX \mid aB \mid a \mid SA \mid AS$
 $B \rightarrow b$
 $X \rightarrow SA$

• مثال 4 (تابع): الحل

• الخطوة 5: كل قواعد الاشتقاق على الصورة $A \rightarrow aB$ قم بتغيير القاعدة إلى $A \rightarrow XB$ وإضافة القاعدة $X \rightarrow a$.

نلاحظ وجود قواعد الاشتقاق التالية $S' \rightarrow aB$ و $S \rightarrow aB$ و $A \rightarrow aB$ وهذه الخطوة تحتم علينا تغيير الطرف الأيمن لهذه الاشتقاقات بجعلها على الصورة $A \rightarrow BC$ يمكن القيام بذلك بإضافة متغير جديد Y لتصبح قواعد الاشتقاق على الصورة $S' \rightarrow YB$ و $S \rightarrow YB$ و $A \rightarrow YB$ وإضافة قاعدة اشتقاق جديدة $Y \rightarrow a$ لتصبح قواعد الاشتقاق على الصورة التالية:

$S' \rightarrow AX \mid YB \mid a \mid SA \mid AS$
 $S \rightarrow AX \mid YB \mid a \mid SA \mid AS$
 $A \rightarrow b \mid AX \mid YB \mid a \mid SA \mid AS$
 $B \rightarrow b$
 $X \rightarrow SA$
 $Y \rightarrow a$

24/06/2024

CS441/CS241 Automata Theory and Formal Languages

28

28

قواعد خارج السياق Context Free Grammars

- مثال 4 (تابع): الحل
- بالانتهاء من الخطوة الخامسة والأخيرة نلاحظ ان القاعدة على صيغة تشومسكي ومعرفة كالتالي:

$$G = (V, \Sigma, P, S) = (\{S', S, A, B, X, Y\}, \{a, b\}, P, S')$$

حيث

P :

$$\begin{aligned} S' &\rightarrow AX \mid YB \mid a \mid SA \mid AS \\ S &\rightarrow AX \mid YB \mid a \mid SA \mid AS \\ A &\rightarrow b \mid AX \mid YB \mid a \mid SA \mid AS \\ B &\rightarrow b \\ X &\rightarrow SA \\ Y &\rightarrow a \end{aligned}$$