

CS441/CS241 Automata Theory and Formal Languages



خريف 2024

د. عدنان محمود عبد الله الشريف

adnan.sherif@uot.edu.ly



1

الآوتومات المنتهية (Finite Automata)

- درسنا في السابق اللغات وتم تعريفها كالتالي:
- هي مجموعة السلاسل المختارة من المجموعة Σ^* والمتكونة من الأبجدية Σ ونرمز لها بالرمز (L) بحيث $L \subseteq \Sigma^*$. يتم وصف اللغة بتحديد شروط تكوين السلاسل التي تنتمي إلى اللغة.

مثال: لتكن $\Sigma = \{a, b\}$ أبجدية واللغة L تحتوي على كلمات تنتهي بالرمز a عليه:

$$L = \{a, aa, ba, aaa, bba, aba, baa, \dots\}$$

يمكن كذلك وصف اللغة باستخدام وصف المجموعات والعمليات على السلاسل.

مثال: لتكن $\Sigma = \{a, b\}$ أبجدية واللغة L تحتوي على كلمات ab سلسلة جزئية منها

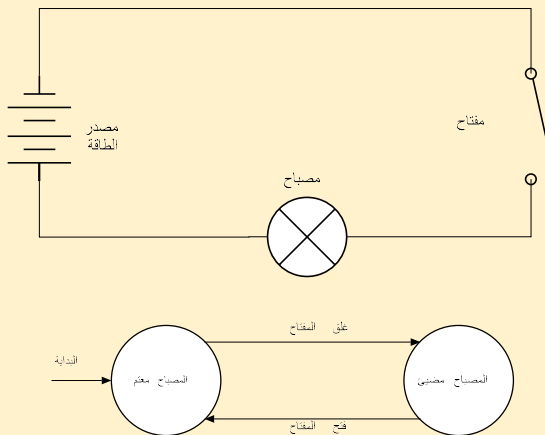
$$L = \{x \cdot ab \cdot y \mid x \in \Sigma^* \wedge y \in \Sigma^*\}$$

2

الآوتومات المنتهية (Finite Automata)

- تستخدم الآوتومات المنتهية لتحديد ما إذا كانت سلسلة معينة تنتمي للغة
- أنواع الآوتومات المنتهية:
 1. الآوتومات المنتهية الحتمية (Deterministic Finite Automata - DFA)
 2. الآوتومات المنتهية اللاحتمية (Non-Deterministic Finite Automata - NFA)
 3. الآوتومات المنتهية اللاحتمية مع ϵ حركة (Non-Deterministic Finite Automata with ϵ transition - NFA- ϵ)
- كل أنواع الآوتومات تستخدم لنفس الغرض وتختلف في طريقة عملها وتعريفها وعدد الحالات التي تستخدمها.

الآوتومات المنتهية (Finite Automata)



- مفهوم الآوتومات: كل آوتوماتا تمثل مجموعة حالات وقواعد تحول من حالة إلى أخرى تحت تأثير مؤثرات خارجية.
- أبسط مثال هو دائرة كهربائية بها مصباح ومفتاح كما هو في الشكل.
- يمكن تمثيل عمل هذه الدائرة بحالة المصباح ممكن أن يكون مضئ أو مغتم.
- عمل الدائرة يكون بفتح المفتاح وفي هذه الحالة يكون المصباح مغتم أو إغلاقه المفتاح ويكون المصباح مضئ.
- يمكن تمثيل عمل هذه الدائرة بالشكل الثاني

الآوتومات المنتهية الحتمية (Deterministic Finite Automata – DFA)

• يعرف الآوتومات المنتهية الحتمية بالخماسية:

$$M = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$$

ملاحظة : تعرف هذه الآوتومات بالحتمية لأن لكل رمز حافة واحدة من حالة الى اخرى حيث :

- Q مجموعة منتهية من الحالات وهي مجموعة غير خالية
- Σ الابجدية المستهدفة

- q_0 الحالة الابتدائية ويجب ان تكون أحد عناصر Q يعني $q_0 \in Q$
- F هي مجموعة الحالات النهائية (حالات القبول) وتكون $F \subseteq Q$
- δ دالة التتابع لآوتومات حيث يتم وصفها

$$\delta: (Q \times \Sigma) \rightarrow Q$$

$$\delta(q, a) = q'$$

حيث q' عندما تكون الآوتومات في الحالة q وتم إدخال الحالة الجديدة التي تنتقل لها الآوتومات هي q'
ملاحظة : يجب تعريف الدالة لكل قيم المجال

الآوتومات المنتهية الحتمية (Deterministic Finite Automata – DFA)

مثال 1:

قم بإنشاء آوتومات منتهية حتمية لتعرف على سلاسل اللغة L المبنية على الابجدية $\Sigma = \{a, b\}$ واللغة L معرفة كالتالي :

$$L = \{x \cdot ab \cdot y \mid x \in \Sigma^* \wedge y \in \Sigma^*\}$$

الحل:

نلاحظ ان هذه اللغة لديها عدد لانتهائي من السلاسل وهي كل السلاسل التي تحتوي على ab أي ان

$$L = \{ab, aab, bab, aba, abb, bab, aaba, baba, aabb, \dots\}$$

لنقوم بتحليل الحالات التي نمر بها للتعرف على سلسلة من اللغة L

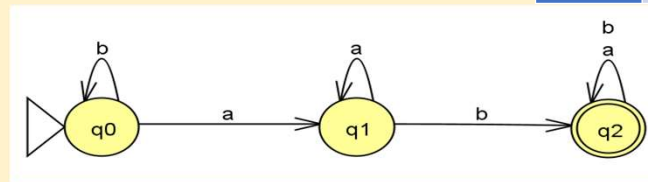
1. لم يتم إدخال أي رمز بعد أو الرمز المدخل ليس a ونرمز لها بالحالة q_0 وهي بداية الآوتومات
2. لم يتعرف بعد على السلسلة الجزئية ab ولكن اخر ادخال كان a ونرمز لها بالحالة q_1
3. تعرف على ab وفي هذه الحالة يمكن قبول أي عدد من الرموز حيث الشرط تحقق وبذلك تكون هذه حالة القبول أو الحالة النهائية للآوتومات ونرمز لها بالحالة q_2 .

الآوتومات المنتهية الحتمية (Deterministic Finite Automata – DFA)

مثال 1 (تابع): يمكن كتابة الآوتومات على شكل الخماسية التالية
 $A = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F) = (\{q_0, q_1, q_2\}, \{a, b\}, \delta, q_0, \{q_2\})$
 حيث يمكن تعريف الدالة δ بالجدول التالي:

δ	a	b
$\rightarrow q_0$	q_1	q_0
q_1	q_1	q_2
$* q_2$	q_2	q_2

لم يتم إدخال أي رمز بعد أو الرمز المدخل ليس a
 لم يتعرف بعد على السلسلة الجزئية ab ولكن آخر ادخال كان a
 تعرف على ab وفي هذه الحالة يمكن قبول أي عدد من الرموز حيث الشرط تحقق



30/09/2024

CS441/CS241 Automata Theory and Formal Languages

اعداد د. عدنان محمود الشريف ، قسم الحاسب الآلي - كلية العلوم - جامعة طرابلس

7

7

الآوتومات المنتهية الحتمية (Deterministic Finite Automata – DFA)

مثال 2:

قم بإنشاء آوتومات منتهية حتمية لتعرف على سلاسل اللغة L المبنية على الأبجدية $\Sigma = \{a, b\}$ واللغة L معرفة كالتالي :

$$L = \{x \cdot aa \mid x \in \Sigma^*\}$$

الحل:

نلاحظ ان هذه اللغة لديها عدد لانتهائي من السلاسل وهي كل السلاسل التي تنتهي بـ aa أي ان

$$L = \{aa, aaa, baa, aaaa, abaa, baaa, bbaa \dots\}$$

لنقوم بتحليل الحالات التي تمر بها للتعرف على سلسلة من اللغة L

- لم يتم إدخال أي رمز بعد أو الرمز المدخل ليس a ونرمز لها بالحالة q_0 وهي بداية الآوتومات
- لم يتعرف بعد على السلسلة aa ولكن آخر ادخال كان a ونرمز لها بالحالة q_1
- تعرف على aa وفي هذه الحالة لو انتهت السلسلة يمكن قبولها وبذلك تكون هذه حالة القبول أو الحالة النهائية للآوتومات ونرمز لها بالحالة q_2 .

30/09/2024

CS441/CS241 Automata Theory and Formal Languages

اعداد د. عدنان محمود الشريف ، قسم الحاسب الآلي - كلية العلوم - جامعة طرابلس

8

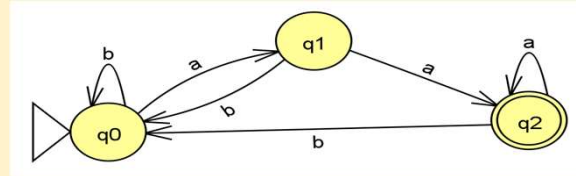
8

الآوتومات المنتهية الحتمية (Deterministic Finite Automata – DFA)

مثال (تابع): يمكن كتابة الآوتومات على شكل الخماسية التالية
 $A = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F) = (\{q_0, q_1, q_2\}, \{a, b\}, \delta, q_0, \{q_2\})$
 حيث يمكن تعريف الدالة δ بالجدول التالي:

δ	a	b
$\rightarrow q_0$	q_1	q_0
q_1	q_2	q_0
$* q_2$	q_2	q_0

لم يتم إدخال أي رمز بعد أو الرمز المدخل ليس a
 لم يتعرف بعد على السلسلة الجزئية aa ولكن آخر ادخال كان a
 تعرف على aa وفي هذه الحالة يمكن قبول السلسلة في حال عدم وجود رموز أخرى



30/09/2024

CS441/CS241 Automata Theory and Formal Languages

اعداد د. عدنان محمود الشريف ، قسم الحاسب الآلي – كلية العلوم – جامعة طرابلس

9

9

الآوتومات المنتهية الحتمية (Deterministic Finite Automata – DFA)

مثال 3:

قم بإنشاء آوتومات منتهية حتمية لتعرف على سلاسل اللغة L المبنية على الأبجدية $\Sigma = \{a, b\}$ واللغة L معرفة كالتالي :

$$L = \{ab \cdot x \mid x \in \Sigma^*\}$$

الحل:

نلاحظ ان هذه اللغة لديها عدد لانهايتي من السلاسل وهي كل السلاسل التي تبدأ بـ ab أي ان

$$L = \{ab, aba, abb, abaa, abab, abba, abbb \dots\}$$

لنقوم بتحليل الحالات التي نمر بها للتعرف على سلسلة من اللغة L

1. لم يتم إدخال أي رمز بعد أو الرمز المدخل ليس a ونرمز لها بالحالة q_0 وهي بداية الآوتومات
2. لم يتعرف بعد على السلسلة ab ولكن آخر ادخال كان a ونرمز لها بالحالة q_1
3. تعرف على ab وفي هذه الحالة يمكن قبول أي رمز حيث تحقق الشرط وبذلك تكون هذه حالة القبول للآوتومات ونرمز لها بالحالة q_2 .
4. نحتاج الى حالة إضافية وهي في حال السلسلة لم تبدأ بـ a أو ab وتعرف هذه الحالة الخاصة بحالة الرفض أو الموت (Death State) ولنرمز لها بالرمز q_3 .

30/09/2024

CS441/CS241 Automata Theory and Formal Languages

اعداد د. عدنان محمود الشريف ، قسم الحاسب الآلي – كلية العلوم – جامعة طرابلس

10

10

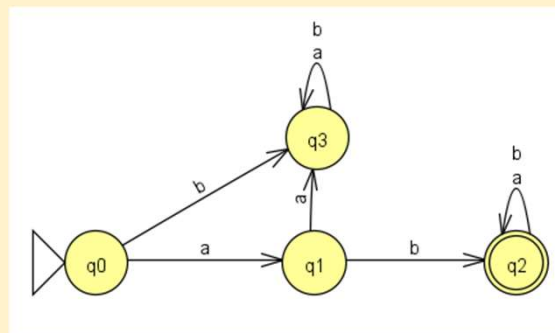
الآتومات المنتهية الحتمية (Deterministic Finite Automata – DFA)

مثال 3 (تابع): يمكن كتابة الآتومات على شكل الخماسية التالية
 $A = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F) = (\{q_0, q_1, q_2, q_3\}, \{a, b\}, \delta, q_0, \{q_2\})$
 حيث يمكن تعريف الدالة δ بالجدول التالي:

	δ	a	b
لم يتم إدخال أي رمز بعد	$\rightarrow q_0$	q_1	q_3
لم يتعرف بعد على السلسلة الجزئية ab ولكن اول ادخال كان a	q_1	q_3	q_2
تعرف على ab وفي هذه الحالة يمكن قبول السلسلة بغض النظر عن الرموز التي تليها	$* q_2$	q_2	q_2
الحالة الأخيرة تمثل حالة الرفض (Death state) ولاحظ ان لا يمكن الانتقال من هذه الحالة الى اخرى	q_3	q_3	q_3

الآتومات المنتهية الحتمية (Deterministic Finite Automata – DFA)

مثال 3 (تابع):



الآوتومات المنتهية الحتمية (Deterministic Finite Automata – DFA)

تمرين للمشاركة: قم بإنشاء آوتوماتا منتهية حتمية لتعرف على سلاسل اللغة L المبنية على الأبجدية $\Sigma = \{a, b\}$ واللغة L تحتوي على سلاسل فيها عدد زوجي من الرمز a و/أو عدد زوجي من الرمز b .

توضيح: على سبيل المثال السلاسل التالية تتبع اللغة L

$aa, bb, aabb, bbaa, abab, baba$

الآوتومات المنتهية الحتمية (Deterministic Finite Automata – DFA)

نلاحظ بعض الخصائص في الأمثلة السابقة:

1. لا توجد ذاكرة لحفظ المدخلات السابقة والرجوع إليها عند معالجة المدخلات الجديدة، تعتمد الآوتومات على الحالة للتنقل وقبول أو رفض المدخلات
2. استخدام δ كدالة يحتم علينا إعطاء حافة لكل رموز الأبجدية حتى ولو لم تكن لها تأثير على النتيجة.

الآوتومات المنتهية الحتمية (Deterministic Finite Automata – DFA)

يمكن تعريف دالة $\hat{\delta}$ باستخدام الدالة δ وتكون الدالة الجديدة $\hat{\delta}$ تأخذ الحالة q وسلسلة w وترجع الحالة التي تصل إليها الآوتومات ويمكن استخدام هذه الدالة للتعرف ما إذا كانت السلسلة w مقبولة أو مرفوضة ويتم تعريفها بالتكرار كالتالي:

1. في حال أن $w = \varepsilon$ أي سلسلة فارغة ε

$$\hat{\delta}(q, \varepsilon) = q$$

2. الحالة التي تكون السلسلة w تتكون من سلسلة u وهي سلسلة بادئة للسلسلة w و a آخر رمز في السلسلة w . ونعرف الدالة $\hat{\delta}$ كالتالي:

$$\hat{\delta}(q, w) = \delta(\hat{\delta}(q, u), a)$$

في حالة $\hat{\delta}(q, w) \in F$ يدل على أن السلسلة w مقبولة أما غير ذلك فهي مرفوضة.

الآوتومات المنتهية الحتمي (Deterministic Finite Automata – DFA)

مثال 4: بين إذا كانت السلسلة $w=aabbb$ تنتمي الى اللغة L في المثال رقم 1.
الحل: من المثال رقم 1 الدالة δ معرفة بالجدول التالي

$$\begin{aligned}\hat{\delta}(q_0, aabbb) &= \delta(\hat{\delta}(q_0, aabb), b) = \delta(q_2, b) = q_2 \\ \hat{\delta}(q_0, aabb) &= \delta(\hat{\delta}(q_0, aab), b) = \delta(q_2, b) = q_2 \\ \hat{\delta}(q_0, aab) &= \delta(\hat{\delta}(q_0, aa), b) = \delta(q_1, b) = q_2 \\ \hat{\delta}(q_0, aa) &= \delta(\hat{\delta}(q_0, a), a) = \delta(q_1, a) = q_1 \\ \hat{\delta}(q_0, a) &= \delta(\hat{\delta}(q_0, \varepsilon), a) = \delta(q_0, a) = q_1 \\ \hat{\delta}(q_0, \varepsilon) &= q_0\end{aligned}$$

δ	a	b
$\rightarrow q_0$	q_1	q_0
q_1	q_1	q_2
$* q_2$	q_2	q_2

الإجابة نعم حيث ناتج $\hat{\delta}(q_0, aabbb) = q_2$ والحالة q_2 تنتمي الى مجموعة حالات القبول F

الآوتومات المنتهية الاحتمية (Nondeterministic Finite Automata – NFA)

• يعرف الآوتومات المنتهية الاحتمية بالخماسية:

$$M = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$$

ملاحظة : تعرف هذه الآوتومات باللاحتمية لان يمكن ان نجد لرمز أكثر من حافة واحدة من حالة الى حالات مختلفة حيث :

- Q مجموعة منتهية من الحالات وهي مجموعة غير خالية
- Σ الابجدية المستهدفة
- q_0 الحالة الابتدائية ويجب ان تكون أحد عناصر Q يعني $q_0 \in Q$
- F هي مجموعة الحالات النهائية (حالات القبول) وتكون $F \subseteq Q$
- δ دالة التتابع لآوتومات حيث يتم وصفها

$$\delta: (Q \times \Sigma) \rightarrow \mathcal{P}(Q)$$

حيث $\delta(q, a) = \{q', q''\}$ يعني عندما تكون الآوتومات في الحالة q وتم إدخال a تنتقل الآوتومات الى الحالتين q', q'' و $\delta(q, a) = \emptyset$ في حال لا توجد حركة من حالة الى أخرى عندما تكون الآوتومات في الحالة q وتم إدخال a .

30/09/2024

CS441/CS241 Automata Theory and Formal Languages

اعداد د. عدنان محمود الشريف ، قسم الحاسب الآلي – كلية العلوم – جامعة طرابلس

17

17

الآوتومات المنتهية الاحتمية (Nondeterministic Finite Automata – NFA)

مثال 5:

قم بإنشاء آوتومات منتهية لاحتمية لتعرف على سلاسل اللغة L المبنية على الابجدية $\Sigma = \{a, b\}$ واللغة L معرفة كالتالي :

$$L = \{x \cdot ab \cdot y \mid x \in \Sigma^* \wedge y \in \Sigma^*\}$$

الحل:

نلاحظ ان هذه اللغة لديها عدد لانتهائي من السلاسل وهي كل السلاسل التي تحتوي على ab أي ان

$$L = \{ab, aab, bab, aba, abb, bab, aaba, baba, aabb, \dots\}$$

لنقوم بتحليل الحالات التي نمر بها للتعرف على سلسلة من اللغة L

1. يمكن قبول أي رمز ونرمز لها بالحالة q_0 وهي بداية الآوتومات
2. لم يتعرف بعد على السلسلة الجزئية ab ولكن اخر ادخال كان a ونرمز لها بالحالة q_1
3. تعرف على ab وفي هذه الحالة يمكن قبول أي عدد من الرموز حيث الشرط تحقق وبذلك تكون هذه حالة القبول او الحالة النهائية للآوتومات ونرمز لها بالحالة q_2 .

30/09/2024

CS441/CS241 Automata Theory and Formal Languages

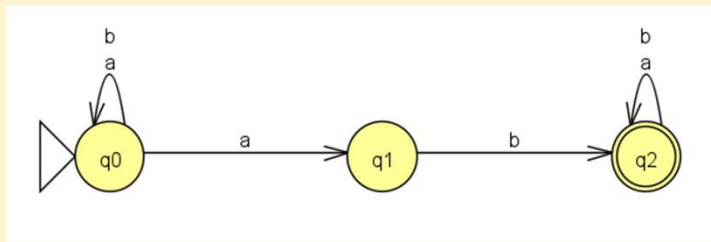
اعداد د. عدنان محمود الشريف ، قسم الحاسب الآلي – كلية العلوم – جامعة طرابلس

18

18

الآوتومات المنتهية الاحتمية (Nondeterministic Finite Automata – NFA)

مثال 5 (تابع): يمكن كتابة الآوتومات على شكل الخماسية التالية
 $A = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F) = (\{q_0, q_1, q_2\}, \{a, b\}, \delta, q_0, \{q_2\})$
 حيث يمكن تعريف الدالة δ بالجدول التالي:



δ	a	b
$\rightarrow q_0$	$\{q_0, q_1\}$	$\{q_0\}$
q_1	\emptyset	$\{q_2\}$
$* q_2$	$\{q_2\}$	$\{q_2\}$

الآوتومات المنتهية الاحتمية (Nondeterministic Finite Automata – NFA)

مثال 6:

قم بإنشاء آوتومات منتهية لاحتمية لتعرف على سلاسل اللغة L المبنية على الأبجدية $\Sigma = \{a, b\}$ واللغة L معرفة كالتالي :

$$L = \{x \cdot aa \mid x \in \Sigma^*\}$$

الحل:

نلاحظ ان هذه اللغة لديها عدد لانتهائي من السلاسل وهي كل السلاسل التي تنتهي بـ aa أي ان

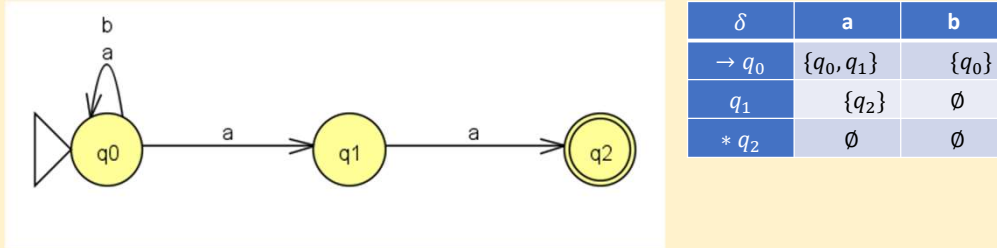
$$L = \{aa, aaa, baa, aaaa, abaa, baaa, bbaa \dots\}$$

لنقوم بتحليل الحالات التي نتمر بها للتعرف على سلسلة من اللغة L

1. لم يتم إدخال أي رمز ويمكن قبول أي رمز ونرمز لها بالحالة q_0 وهي بداية الآوتومات
2. لم يتعرف بعد على السلسلة aa ولكن اخر ادخال كان a ونرمز لها بالحالة q_1
3. تعرف على aa وفي هذه الحالة لو انتهت السلسلة يمكن قبولها وبذلك تكون هذه حالة القبول او الحالة النهائية للآوتومات ونرمز لها بالحالة q_2 .

الآوتومات المنتهية الاحتمية (Nondeterministic Finite Automata – NFA)

مثال 6 (تابع): يمكن كتابة الآوتومات على شكل الخماسية التالية
 $A = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F) = (\{q_0, q_1, q_2\}, \{a, b\}, \delta, q_0, \{q_2\})$
 حيث يمكن تعريف الدالة δ بالجدول التالي:



21

الآوتومات المنتهية الاحتمية (Nondeterministic Finite Automata – NFA)

مثال 7:

قم بإنشاء آوتومات منتهية حتمية لتعرف على سلاسل اللغة L المبنية على الأبجدية $\Sigma = \{a, b\}$ واللغة L معرفة كالتالي :

$$L = \{ab \cdot x \mid x \in \Sigma^*\}$$

الحل:

نلاحظ ان هذه اللغة لديها عدد لانتهائي من السلاسل وهي كل السلاسل التي تبدأ بـ ab أي ان

$$L = \{ab, aba, abb, abaa, abab, abba, abbb \dots\}$$

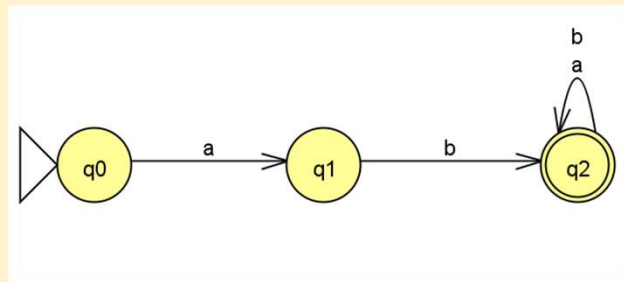
لنقوم بتحليل الحالات التي نمر بها للتعرف على سلسلة من اللغة L

1. لم يتم إدخال أي رمز بعد أو الرمز المدخل ليس a ونرمز لها بالحالة q_0 وهي بداية الآوتومات
2. لم يتعرف بعد على السلسلة ab ولكن آخر ادخال كان a ونرمز لها بالحالة q_1
3. تعرف على ab وفي هذه الحالة لو انتهت السلسلة يمكن قبولها وبذلك تكون هذه حالة القبول أو الحالة النهائية للآوتومات ونرمز لها بالحالة q_2 .

22

الآوتومات المنتهية الاحتمية (Nondeterministic Finite Automata – NFA)

مثال 7 (تابع): يمكن كتابة الآوتومات على شكل الخماسية التالية
 $A = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F) = (\{q_0, q_1, q_2, q_3\}, \{a, b\}, \delta, q_0, \{q_2\})$
 حيث يمكن تعريف الدالة δ بالجدول التالي:



δ	a	b
$\rightarrow q_0$	$\{q_1\}$	\emptyset
q_1	\emptyset	$\{q_2\}$
$* q_2$	$\{q_2\}$	$\{q_2\}$

23

الآوتومات المنتهية الاحتمية (Nondeterministic Finite Automata – NFA)

يمكن تعريف دالة $\hat{\delta}$ باستخدام الدالة δ وتكون الدالة الجديدة $\hat{\delta}$ تأخذ الحالة q وسلسلة w وترجع الحالة التي تصل إليها الآوتومات ويمكن استخدام هذه الدالة للتعرف ما إذا كانت السلسلة w مقبولة أو مرفوضة ويتم تعريفها بالتكرار كالتالي:

1. في حال ان w سلسلة فارغة ε أي $w = \varepsilon$

$$\hat{\delta}(q, \varepsilon) = \{q\}$$

2. الحالة التي تكون السلسلة w تتكون من سلسلة u وهي سلسلة بادئة للسلسلة w و a اخر رمز في السلسلة w . ونعرف الدالة $\hat{\delta}$ كالتالي:

$$\hat{\delta}(q, u) = \{p_1, p_2, p_3, \dots, p_k\} \text{ أولاً نفرض ان}$$

$$\hat{\delta}(q, w) = \bigcup_{i=1} \delta(p_i, a)$$

في حالة $\hat{\delta}(q, w) \cap F \neq \emptyset$ يدل على ان السلسلة w مقبولة اما غير ذلك فهي مرفوضة.

24

الآوتومات المنتهية الحتمي (Deterministic Finite Automata – DFA)

مثال 8: بين إذا كانت السلسلة $w=aabbb$ تنتمي الى اللغة L في المثال رقم 5.
الحل: من المثال رقم 1 الدالة δ معرفة بالجدول التالي

$$\begin{aligned}\hat{\delta}(q_0, aabbb) &= \delta(\hat{\delta}(q_0, aabb), b) = \delta(q_0, b) \cup \delta(q_2, b) = \{q_0, q_2\} \\ \hat{\delta}(q_0, aabb) &= \delta(\hat{\delta}(q_0, aab), b) = \delta(q_0, b) \cup \delta(q_2, b) = \{q_0, q_2\} \\ \hat{\delta}(q_0, aab) &= \delta(\hat{\delta}(q_0, aa), b) = \delta(q_0, b) \cup \delta(q_1, b) = \{q_0, q_2\} \\ \hat{\delta}(q_0, aa) &= \delta(\hat{\delta}(q_0, a), a) = \delta(q_0, a) \cup \delta(q_1, a) = \{q_0, q_1\} \\ \hat{\delta}(q_0, a) &= \delta(\hat{\delta}(q_0, \epsilon), a) = \delta(q_0, a) = \{q_0, q_1\} \\ \hat{\delta}(q_0, \epsilon) &= \{q_0\}\end{aligned}$$

δ	a	b
$\rightarrow q_0$	$\{q_0, q_1\}$	$\{q_0\}$
q_1	\emptyset	$\{q_2\}$
$* q_2$	$\{q_2\}$	$\{q_2\}$

الإجابة نعم حيث ناتج $\hat{\delta}(q_0, aabbb) \cap F = \{q_2\}$

تمارين مراجعة

- الجدول التالية تمثل دالة التعاقب للآوتومات اجب عن التالي:
أ- صف مكونات الخماسية $(Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$ وحدد قيمة كل عنصر منها.
ب- ارسم الآوتومات لكل جدول وبين نوعها
ج- باستخدام الفئات (المجموعات) بين وصف اللغة التي تقبلها الآوتومات

δ	a	b	c
$\rightarrow q_0$	q_0	q_1	q_2
q_1	q_1	q_3	q_2
q_2	q_2	q_2	q_2
$* q_3$	q_3	q_3	q_2

الجدول رقم 3

δ	0	1
$\rightarrow q_0$	\emptyset	$\{q_1\}$
$* q_1$	\emptyset	$\{q_2\}$
$* q_2$	$\{q_2\}$	$\{q_2\}$

الجدول رقم 2

δ	a	b
$\rightarrow q_0$	q_0	q_1
$* q_1$	q_1	q_0

الجدول رقم 1

تمارين مراجعة

2. قم بإنشاء اوتومات منتهية حتمية (DFA) للتعرف على سلاسل اللغات التالية على الأبجدية $\Sigma = \{0,1\}$:
- أ- السلاسل التي تنتهي بـ 00.
 - ب- السلاسل التي تحتوي على 111 في أي موقع من السلسلة.
 - ج- السلاسل التي تمثل الأرقام الثنائية بطول 3.
 - د- السلاسل التي تنتج عن التعبير $(101)^*$.
 - هـ- السلاسل التي بها عدد فردي من الرمز 0 او عدد فردي من الرمز 1 او كلاهما.
3. باستخدام دالة التعاقب التي تم تعريفها في التمرين 2 والدالة $\hat{\delta}$ بين الى أي لغة تنتمي السلاسل التالية:

أ- 0100100 ب- 101101101 ج- 101 د- 01011110 هـ- 000
و- ε ز- 111

تمارين مراجعة

4. باستخدام الاوتومات المنتهية الاحتمية (NFA) اجب مرة أخرى على التمرين رقم 2 و3.