

CS441/CS241 Automata Theory and Formal Languages

ربيع 2024

د. عدنان محمود عبدالله الشريف

adnan.sherif@uot.edu.ly



1

تكافؤ الاوتومات الحتمية واللاحتمية

(Equivalence of DFA and NFA)

- ذكرنا سابقا أنه في الاوتومات المنتهية الحتمية فإن الأسهم التي تخرج من كل حالة تكون مساوية لعدد رموز الابدجية بينما في الاوتومات المنتهية اللاحتمية فليس من الضرورة أن تساوي عدد رموز الابدجية وأيضا قد يخرج من نفس الحالة سهمان (أو أكثر) يحملان نفس الرمز.
- كذلك نلاحظ من الدرس السابق أن إنشاء اوتومات منتهية لا حتمية أسهل من اوتومات منتهية حتمية لنفس اللغة حيث عدد الأسهم في الأخيرة أكثر.
- تكافؤ اوتوماتين: نقول عن اوتوماتين M_1, M_2 انهما متكافئتين إذا كانا يقبلان نفس اللغة

$$M_1 \equiv M_2 \leftrightarrow L(M_1) = L(M_2)$$

2

تكافؤ الاوتومات الحتمية واللاحتمية

(Equivalence of DFA and NFA)

نظرية: لكل اوتومات منتهية لاحتمية M يوجد اوتومات منتهية حتمية M' مكافئ له

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

$$M' = (Q', \Sigma, \delta', q'_0, F')$$

حيث:

• $Q' = \{x | x \in \mathcal{P}(Q)\}$ او $Q' \subseteq \mathcal{P}(Q)$ أي ان الحالات في الاوتومات المنتهية الحتمية مشتقة من فئة القوة لحالات الاوتومات المنتهية الاحتمية.

• Σ هي الابجدية وهي نفسها M و M'

• $q'_0 = \{q_0\}$ حالة البداية في M' هي الفئة التي بها عنصر واحد هو حالة البداية في M

• $F' \subseteq Q'$ حالات النهاية حيث $F' \subseteq Q'$ وتحتوي كل عناصر F' على الأقل حالة من F

تكافؤ الاوتومات الحتمية واللاحتمية

(Equivalence of DFA and NFA)

• بينما الدالة الجديدة δ' يمكن الحصول عليها كالتالي:

لكل عنصر S من عناصر Q' ولكل رمز a من رموز الابجدية Σ

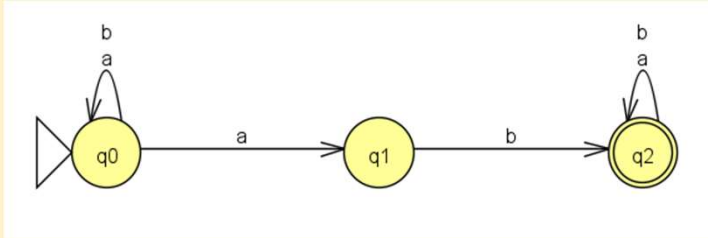
$$\delta'(S, a) = \bigcup_{p \in S} \delta(p, a)$$

تكافؤ الاوتومات الحتمية واللاحتمية

(Equivalence of DFA and NFA)

- مثال 1: حول الاوتومات المنتهية اللاحتمية A الى اوتومات منتهية حتمية A'

$$A = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F) = (\{q_0, q_1, q_2\}, \{a, b\}, \delta, q_0, \{q_2\})$$



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

تكافؤ الاوتومات الحتمية واللاحتمية

(Equivalence of DFA and NFA)

- مثال 1 (تابع): نقوم بتكوين جدول الدالة الجديدة δ'

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

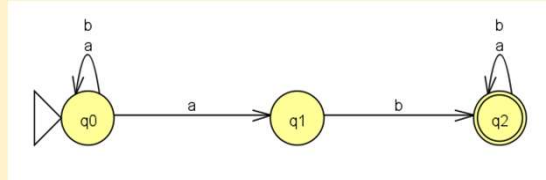
δ'	a	b
$\rightarrow \{q_0\}$	$\delta(q_0, a) = \{q_0, q_1\}$	$\delta(q_0, b) = \{q_0\}$
$\{q_0, q_1\}$	$\delta(q_0, a) \cup \delta(q_1, a) = \{q_0, q_1\} \cup \emptyset = \{q_0, q_1\}$	$\delta(q_0, b) \cup \delta(q_1, b) = \{q_0\} \cup \{q_2\} = \{q_0, q_2\}$
$* \{q_0, q_2\}$	$\delta(q_0, a) \cup \delta(q_2, a) = \{q_0, q_1\} \cup \{q_2\} = \{q_0, q_1, q_2\}$	$\delta(q_0, b) \cup \delta(q_2, b) = \{q_0\} \cup \{q_2\} = \{q_0, q_2\}$
$* \{q_0, q_1, q_2\}$	$\delta(q_0, a) \cup \delta(q_1, a) \cup \delta(q_2, a) = \{q_0, q_1\} \cup \emptyset \cup \{q_2\} = \{q_0, q_1, q_2\}$	$\delta(q_0, b) \cup \delta(q_1, b) \cup \delta(q_2, b) = \{q_0\} \cup \{q_2\} \cup \{q_2\} = \{q_0, q_2\}$

تكافؤ الاوتومات الحتمية واللاحتمية

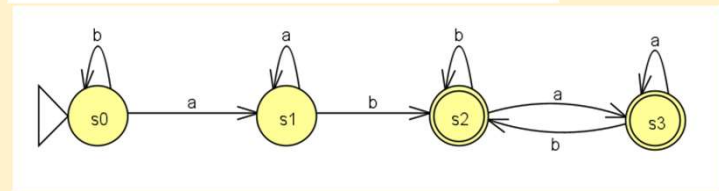
(Equivalence of DFA and NFA)

- مثال 1 (تابع): يمكن رسم ومقارنة النوعين من الاوتومات

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



δ'	a	b
$\rightarrow s_0$	s_1	s_0
s_1	s_1	s_2
$* s_2$	s_3	s_2
$* s_3$	s_3	s_2



$$A' = (Q', \Sigma, \delta', q_0', F') = (\{s_0, s_1, s_2, s_3\}, \{a, b\}, \delta', s_0, \{s_2, s_3\})$$

13/05/2024

CS441/CS241 Automata Theory and Formal Languages

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

7

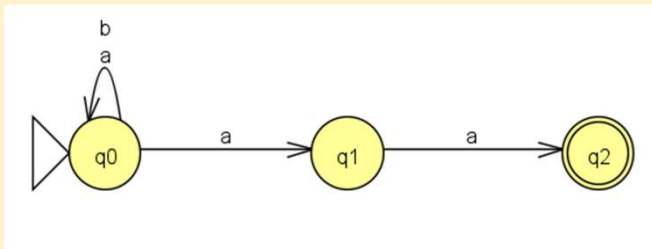
7

تكافؤ الاوتومات الحتمية واللاحتمية

(Equivalence of DFA and NFA)

- مثال 2: حول الاوتومات المنتهية اللاحتمية A الى اوتومات منتهية حتمية A'

$$A = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F) = (\{q_0, q_1, q_2\}, \{a, b\}, \delta, q_0, \{q_2\})$$



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

13/05/2024

CS441/CS241 Automata Theory and Formal Languages

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

8

8

تكافؤ الاوتومات الحتمية واللاحتمية

(Equivalence of DFA and NFA)

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

• مثال 2 (تابع): نقوم بتكوين جدول الدالة الجديدة δ'

δ'	a	b
$\rightarrow \{q_0\}$	$\delta(q_0, a) = \{q_0, q_1\}$	$\delta(q_0, b) = \{q_0\}$
$\{q_0, q_1\}$	$\delta(q_0, a) \cup \delta(q_1, a) = \{q_0, q_1\} \cup \{q_2\} = \{q_0, q_1, q_2\}$	$\delta(q_0, b) \cup \delta(q_1, b) = \{q_0\} \cup \emptyset = \{q_0\}$
$* \{q_0, q_1, q_2\}$	$\delta(q_0, a) \cup \delta(q_1, a) \cup \delta(q_2, a) = \{q_0, q_1\} \cup \{q_2\} \cup \emptyset = \{q_0, q_1, q_2\}$	$\delta(q_0, b) \cup \delta(q_1, b) \cup \delta(q_2, b) = \{q_0\} \cup \emptyset \cup \emptyset = \{q_0\}$

13/05/2024

CS441/CS241 Automata Theory and Formal Languages

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

9

9

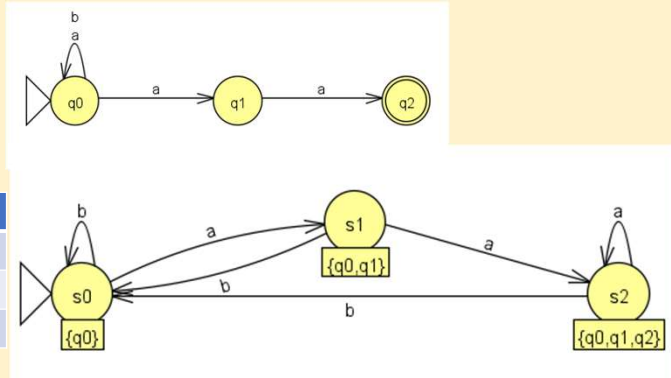
تكافؤ الاوتومات الحتمية واللاحتمية

(Equivalence of DFA and NFA)

• مثال 2 (تابع): يمكن رسم ومقارنة النوعين من الاوتومات

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

δ'	a	b
$\rightarrow s_0$	s_1	s_0
s_1	s_2	s_0
$* s_2$	s_2	s_0



$$A' = (Q', \Sigma, \delta', q_0', F') = (\{s_0, s_1, s_2\}, \{a, b\}, \delta', s_0, \{s_2\})$$

13/05/2024

CS441/CS241 Automata Theory and Formal Languages

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

10

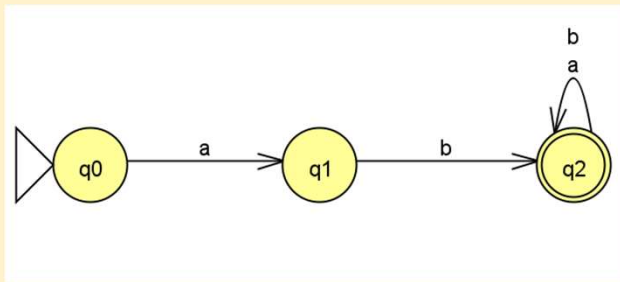
10

تكافؤ الاوتومات الحتمية واللاحتمية

(Equivalence of DFA and NFA)

- مثال 3: حول الاوتومات المنتهية اللاحتمية A الى اوتومات منتهية حتمية A'

$$A = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F) = (\{q_0, q_1, q_2\}, \{a, b\}, \delta, q_0, \{q_2\})$$



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

تكافؤ الاوتومات الحتمية واللاحتمية

(Equivalence of DFA and NFA)

- مثال 3 (تابع): نقوم بتكوين جدول الدالة الجديدة δ'

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

δ'	a	b
$\rightarrow \{q_0\}$	$\delta(q_0, a) = \{q_1\}$	$\delta(q_0, b) = \emptyset$
$\{q_1\}$	$\delta(q_1, a) = \emptyset$	$\delta(q_1, b) = \{q_2\}$
$* \{q_2\}$	$\delta(q_2, a) = \{q_2\}$	$\delta(q_2, b) = \{q_2\}$
\emptyset	\emptyset	\emptyset

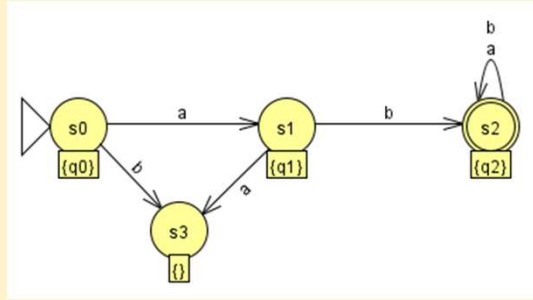
تكافؤ الاوتومات الحتمية واللاحتمية

(Equivalence of DFA and NFA)

- مثال 3 (تابع): يمكن رسم ومقارنة النوعين من الاوتومات

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

δ'	a	b
$\rightarrow s_0$	s_1	s_3
s_1	s_3	s_2
$* s_2$	s_2	s_2
s_3	s_3	s_3



$$A' = (Q', \Sigma, \delta', q_0', F') = (\{s_0, s_1, s_2, s_3\}, \{a, b\}, \delta', s_0, \{s_2\})$$

الاوتومات المنتهية الاحتمية بحركة ϵ

(Nondeterministic Finite Automata with ϵ movement – NFA- ϵ)

- في هذا النوع من الاوتومات يسمح بالتنقل من حالة الى أخرى بدون إدخال قيمة وهذا يكافئ قراءة السلسلة الفارغة ϵ .
- تعريف هذا النوع من الاوتومات مثل الاوتومات المنتهية الاحتمية بإضافة ϵ الى مجموعة الابدجية Σ . وتكون كالتالي

$$M = (Q, \Sigma \cup \{\epsilon\}, \delta, q_0, F)$$

الآتومات المنتهية الاحتمية بحركة ϵ

(Nondeterministic Finite Automata with ϵ movement – NFA- ϵ)

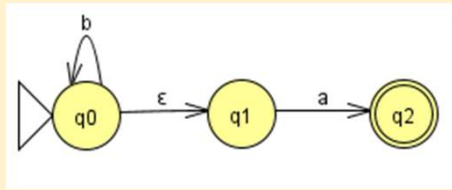
- مثال 4: عرف آتومات منتهية لا حتمية بحركة ϵ تقبل اللغة L تتكون السلاسل فيها من صفر أو أكثر من حرف b متبوع بحرف a

$$L = \{x | x = (b)^* \cdot a\}$$

الحل: نلاحظ ان بداية السلسلة ممكن ان تحتوي على حرف b او لا تحتوي على حرف b والشرط الوحيد ان تنتهي بحرف a . يمكن تعريف الآتومات كالتالي:

$$M = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F) = (\{q_0, q_1, q_2\}, \Sigma \cup \{\epsilon\}, \delta, q_0, \{q_2\})$$

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



13/05/2024

CS441/CS241 Automata Theory and Formal Languages

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

15

15

الآتومات المنتهية الاحتمية بحركة ϵ

(Nondeterministic Finite Automata with ϵ movement – NFA- ϵ)

- اغلاق حالة (ϵ -closure): هي مجموعة كل الحالات التي يمكن الوصول اليها انطلاقا من حالة معينة ولتكن q دون ادخال رمز (أي حركة ϵ)

$$\epsilon - closure(q) = S$$

حيث $S \subseteq Q$

- مثال 5: في الشكل المقابل NFA- ϵ بين

ϵ -closure لكل حالة.

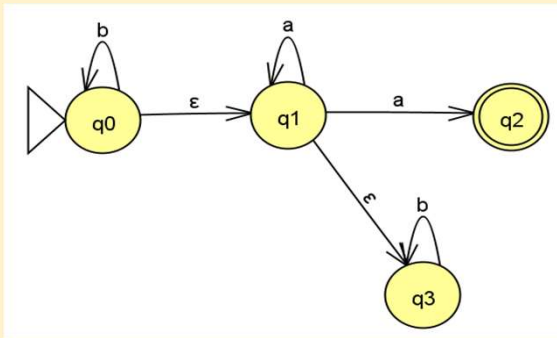
الحل:

$$\epsilon - closure(q_0) = \{q_0, q_1, q_3\}$$

$$\epsilon - closure(q_1) = \{q_1, q_3\}$$

$$\epsilon - closure(q_2) = \{q_2\}$$

$$\epsilon - closure(q_3) = \{q_3\}$$



13/05/2024

CS441/CS241 Automata Theory and Formal Languages

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

16

16

الآوتومات المنتهية الاحتمية بحركة ϵ

(Nondeterministic Finite Automata with ϵ movement – NFA- ϵ)

يمكن تعريف دالة δ باستخدام الدالة δ وتكون الدالة الجديدة δ 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 سلسلة فارغة ϵ أي $w = \epsilon$

$$\delta(q, \epsilon) = \epsilon - \text{closure}(q)$$

2. الحالة التي تكون السلسلة w تتكون من سلسلة u وهي سلسلة بادئة للسلسلة w و a آخر رمز في السلسلة w . ونعرف الدالة δ كالتالي:

$$\delta(q, u) = \{p_1, p_2, p_3, \dots, p_k\}$$

$$\text{وبفرض أن } \bigcup_{i=1}^k \delta(p_i, a) = \{r_1, r_2, r_3, \dots, r_m\}$$

$$\delta(q, w) = \bigcup_{i=1}^m \epsilon - \text{closure}(r_i)$$

في حالة $\delta(q, w) \cap F \neq \emptyset$ يدل على أن السلسلة w مقبولة أما غير ذلك السلسلة مرفوضة.

الآوتومات المنتهية الاحتمية بحركة ϵ

(Nondeterministic Finite Automata with ϵ movement – NFA- ϵ)

• مثال 6: قم بإنشاء NFA- ϵ تتعرف على الأرقام الحقيقية حيث أن السلاسل التالية أرقام حقيقية صحيحة

122.5 345 -2.33 +0.00000123

الحل: نقوم أولاً بتعريف الأبجدية التي تعمل عليها الآوتومات

$$\Sigma = \{+, -, ., 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$$

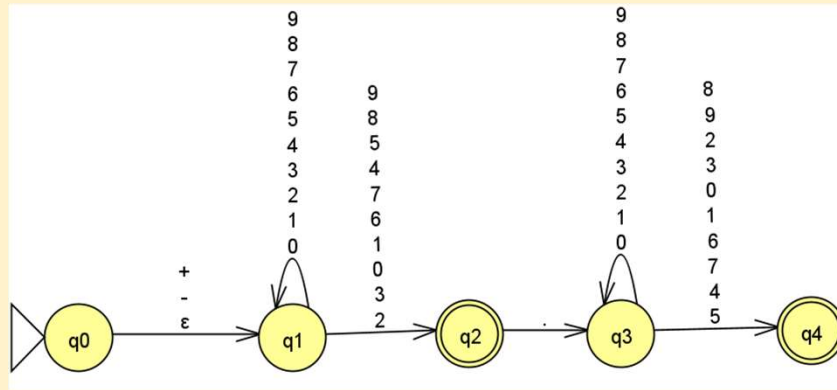
نلاحظ التالي:

- 1- ممكن أن يبدأ الرقم بإشارة + أو - أو رقم دون أي من الإشارات السابقة
- 2- النقطة العشرية أيضاً اختيارية أي أن العدد الحقيقي 345 هو 345.0 ويمكن تجاهلها في حالة عدم وجود كسر في الرقم.
- 3- لا يمكن كتابة الرقم الكسر بدون الرقم الصحيح يعني 0.12 مرفوضة وتكتب 0.012

الآتومات المنتهية الاحتمية بحركة ϵ

(Nondeterministic Finite Automata with ϵ movement – NFA- ϵ)

• مثال 6 (تابع): الشكل التالي يمثل الآتومات



13/05/2024

CS441/CS241 Automata Theory and Formal Languages

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

19

19

الآتومات المنتهية الاحتمية بحركة ϵ

(Nondeterministic Finite Automata with ϵ movement – NFA- ϵ)

• مثال 6 (تابع): يمكن وصف الآتومات M كالتالي:

$$M = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F) = (\{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4\}, \Sigma \cup \{\epsilon\}, \delta, q_0, \{q_2, q_4\})$$

ويمكن تعريف الدالة δ كالتالي:

δ	+	-	.	0..9	ϵ
$\rightarrow q_0$	$\{q_1\}$	$\{q_1\}$	\emptyset	\emptyset	$\{q_1\}$
q_1	\emptyset	\emptyset	\emptyset	$\{q_1, q_2\}$	\emptyset
$* q_2$	\emptyset	\emptyset	$\{q_3\}$	\emptyset	\emptyset
q_3	\emptyset	\emptyset	\emptyset	$\{q_3, q_4\}$	\emptyset
$* q_4$	\emptyset	\emptyset	\emptyset	\emptyset	\emptyset

13/05/2024

CS441/CS241 Automata Theory and Formal Languages

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

20

20

الآتومات المنتهية الاحتمية بحركة ϵ

(Nondeterministic Finite Automata with ϵ movement – NFA- ϵ)

- مثال 6 (تابع): للتحقق من ان السلسلة 122.5 مقبولة يمكن استخدام دالة التعاقب $\hat{\delta}$ على النحو التالي:

$$\hat{\delta}(q_0, 122.5) = \bigcup_{j=1}^m \epsilon - \text{closure} \left(\bigcup_{i=1}^k \delta(\hat{\delta}(q_0, 122.)_i, 5) \right) = \epsilon - \text{closure}(\delta(q_3, 5)) = \{q_3, q_4\}$$

$$\hat{\delta}(q_0, 122.) = \bigcup_{j=1}^m \epsilon - \text{closure} \left(\bigcup_{i=1}^k \delta(\hat{\delta}(q_0, 122.)_i, .) \right) = \bigcup_{i=1}^m \epsilon - \text{closure}(\delta(q_1, .) \cup \delta(q_2, .)) = \epsilon - \text{closure}(q_3) = \{q_3\}$$

$$\hat{\delta}(q_0, 122) = \bigcup_{j=1}^m \epsilon - \text{closure} \left(\bigcup_{i=1}^k \delta(\hat{\delta}(q_0, 122.)_i, 2) \right) = \bigcup_{i=1}^m \epsilon - \text{closure}(\delta(q_1, 2) \cup \delta(q_2, 2)) = \epsilon - \text{closure}(q_1) \cup \epsilon - \text{closure}(q_2) = \{q_1, q_2\}$$

$$\hat{\delta}(q_0, 12) = \bigcup_{i=1}^m \epsilon - \text{closure} \left(\bigcup_{i=1}^k \delta(\hat{\delta}(q_0, 12.)_i, 2) \right) = \bigcup_{i=1}^m \epsilon - \text{closure}(\delta(q_1, 2) \cup \delta(q_2, 2)) = \epsilon - \text{closure}(q_1) \cup \epsilon - \text{closure}(q_2) = \{q_1, q_2\}$$

$$\hat{\delta}(q_0, 1) = \bigcup_{i=1}^m \epsilon - \text{closure} \left(\bigcup_{i=1}^k \delta(\hat{\delta}(q_0, 1.)_i, 1) \right) = \bigcup_{i=1}^m \epsilon - \text{closure}(\delta(q_0, 1) \cup \delta(q_1, 1)) = \epsilon - \text{closure}(q_1) \cup \epsilon - \text{closure}(q_2) = \{q_1, q_2\}$$

$$\hat{\delta}(q_0, \epsilon) = \epsilon - \text{closure}(q_0) = \{q_0, q_1\}$$

13/05/2024

CS441/CS241 Automata Theory and Formal Languages

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

21

21

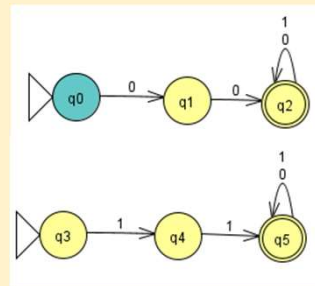
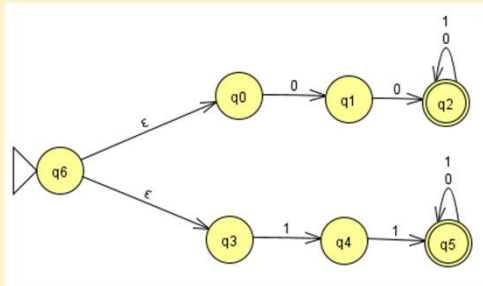
الآتومات المنتهية الاحتمية بحركة ϵ

(Nondeterministic Finite Automata with ϵ movement – NFA- ϵ)

- مثال 7: قم بإنشاء NFA- ϵ تتعرف على الأرقام الثنائية التي تبدأ ب 00 او 11

الحل:

يمكن إنشاء آتومات مستقلة لكل حالة واستخدام ϵ من حالة البداية الجديدة



13/05/2024

CS441/CS241 Automata Theory and Formal Languages

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

22

22

الآوتومات المنتهية الاحتمية بحركة ϵ

(Nondeterministic Finite Automata with ϵ movement – NFA- ϵ)

نظرية: لكل آوتومات منتهية لاحتمية بحركة ϵ M يوجد آوتومات منتهية حتمية M' مكافئ له

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

$$M' = (Q', \Sigma, \delta', q'_0, F')$$

حيث:

- $Q' = \{x | x \in \mathcal{P}(Q)\}$ أو $Q' \subseteq \mathcal{P}(Q)$ أي ان الحالات في الآوتومات المنتهية الحتمية مشتقة من فئة القوة لحالات الآوتومات المنتهية الاحتمية.
- Σ هي الابدجية وهي نفسها M و M'
- $q'_0 = \epsilon - \text{closure}(q_0)$ حالة البداية في M' هي الفئة التي بها جميع الحالات التي يمكن الوصول لها بحركة ϵ في M
- F' حالات النهاية حيث $F' \subseteq Q'$ وتحتوي كل عناصر F' على الأقل حالة من F

13/05/2024

CS441/CS241 Automata Theory and Formal Languages

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

23

23

الآوتومات المنتهية الاحتمية بحركة ϵ

(Nondeterministic Finite Automata with ϵ movement – NFA- ϵ)

- بينما الدالة الجديدة δ' يمكن الحصول عليها كالتالي:
- لكل عنصر S من عناصر Q' ولكل رمز a من رموز الابدجية Σ
- أولا بفرض ان $S = \{p_1, p_2, p_3, \dots, p_k\}$
- وبفرض ان $\bigcup_{i=1}^k \delta(p_i, a) = \{r_1, r_2, r_3, \dots, r_m\}$

$$\delta'(S, a) = \bigcup_{i=1}^m \epsilon - \text{closure}(r_i)$$

13/05/2024

CS441/CS241 Automata Theory and Formal Languages

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

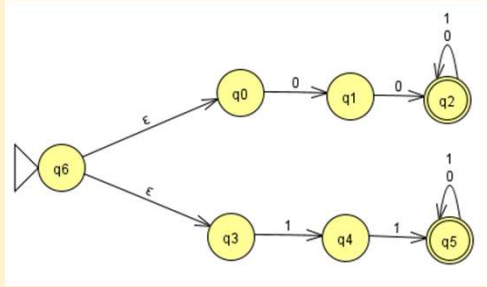
24

24

الآتومات المنتهية الاحتمية بحركة ϵ

(Nondeterministic Finite Automata with ϵ movement – NFA- ϵ)

- مثال 8: قم بإيجاد DFA المكافئة لـ NFA- ϵ الموضحة في الشكل التالي:
الحل:



δ	0	1	ϵ
q_0	$\{q_1\}$	\emptyset	\emptyset
q_1	$\{q_2\}$	\emptyset	\emptyset
$*q_2$	$\{q_2\}$	$\{q_2\}$	\emptyset
q_3	\emptyset	$\{q_4\}$	\emptyset
q_4	\emptyset	$\{q_5\}$	\emptyset
$*q_5$	$\{q_5\}$	$\{q_5\}$	\emptyset
$\rightarrow q_6$	\emptyset	\emptyset	$\{q_0, q_3\}$

$$\text{NFA-}\epsilon = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F) = (\{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_5, q_6\}, \{0, 1\} \cup \{\epsilon\}, \delta, q_6, \{q_2, q_5\})$$

13/05/2024

CS441/CS241 Automata Theory and Formal Languages

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

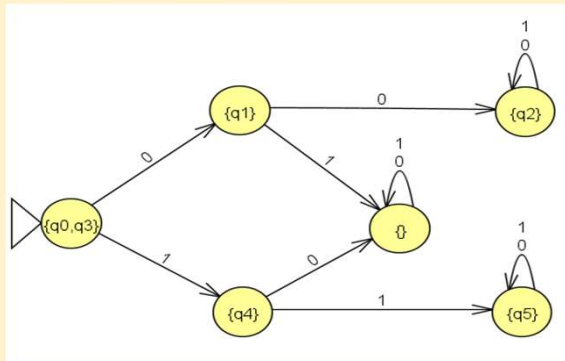
25

25

الآتومات المنتهية الاحتمية بحركة ϵ

(Nondeterministic Finite Automata with ϵ movement – NFA- ϵ)

- مثال 8 (تابع): باستخدام خطوات التحويل في نظرية التكافؤ نحصل على:



$$\text{DNF} = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F) = (\{\{q_0, q_3\}, \{q_1\}, \{q_2\}, \{q_4\}, \{q_5\}, \emptyset\}, \{0, 1\}, \delta', \{q_0, q_3\}, \{\{q_2\}, \{q_5\}\})$$

13/05/2024

CS441/CS241 Automata Theory and Formal Languages

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

26

26