



Second Semester Examination  
2016/2017 Academic Session

June 2017

**CPT443 – Automata Theory & Formal Languages**  
*[Teori Automata & Bahasa Formal]*

Duration : 3 hours  
*[Masa : 3 jam]*

---

**INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:**

*[ARAHAN KEPADA CALON:]*

- Please ensure that this examination paper contains **FIVE** questions in **ELEVEN** printed pages before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **LIMA** soalan di dalam **SEBELAS** muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

- Answer **ALL** questions.

*[Jawab **SEMUA** soalan.]*

- You may answer the questions either in English or in Bahasa Malaysia.

*[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam bahasa Inggeris atau bahasa Malaysia.]*

- In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

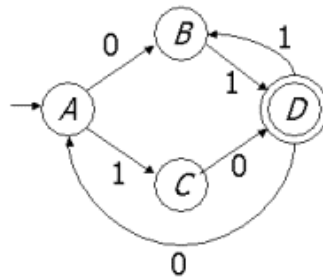
*[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.]*

1. Multiple choice questions. Select the best answer.

*Soalan aneka pilihan. Pilih jawapan yang terbaik.*

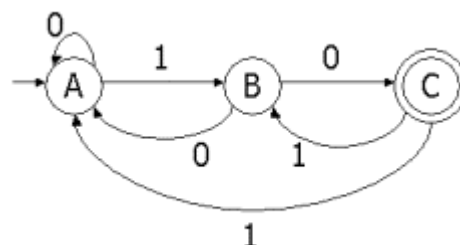
- (a) Identify in the list below the string that the following automaton accepts.

*Kenal pasti dalam senarai di bawah rentetan yang diterima oleh "automaton" berikut.*



- (A) 1011000  
 (B) 1001  
 (C) 11001  
 (D) 101111
- (b) Convert the following nondeterministic finite automaton (NFA) to a deterministic finite automaton (DFA) using subset construction, including the trap state, if necessary. Which of the following sets of NFA states is not a state of the DFA that is accessible from the start state of the DFA?

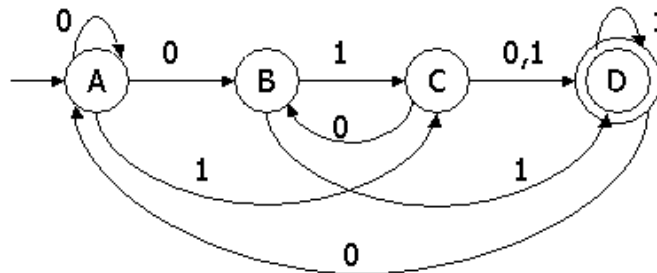
*Tukar automata terhingga tak berketentuan (NFA) berikut kepada automata terhingga berketentuan (DFA) menggunakan pembinaan subset, termasuk keadaan yang terperangkap, jika perlu. Set yang mana antara set-set keadaan NFA berikut bukan merupakan keadaan DFA yang boleh diakses dari keadaan permulaan DFA?*



- (A) {B}  
 (B) {}  
 (C) {A}  
 (D) {B,C}

- (c) Figure below is a nondeterministic finite automaton:

Rajah berikut ialah automata terhingga tak berketentuan:



Convert this NFA to a DFA, using the "lazy" version of the subset construction. Which of the following sets of NFA states becomes a state of the DFA constructed in this manner?

Tukar NFA ini kepada DFA menggunakan versi pembinaan subset "malas". Set yang mana antara set-set NFA berikut berubah menjadi keadaan DFA dengan cara pembinaan ini?

- (A) {A,B,C}  
 (B) {A,B,C,D}  
 (C) {D}  
 (D) {A,C,D}
- (d) Consider the language  $L_1, L_2, L_3$  as given below.

Pertimbangkan bahasa  $L_1, L_2, L_3$  seperti yang diberikan di bawah.

$$L_1 = \{0^p 1^q \mid p, q \in \mathbb{N}\}$$

$$L_2 = \{0^p 1^q \mid p, q \in \mathbb{N} \text{ and } p = q\}$$

$$L_3 = \{0^p 1^q 0^r \mid p, q, r \in \mathbb{N} \text{ and } p = q = r\}$$

Which of the following statements is NOT TRUE?

Manakah antara kenyataan-kenyataan berikut adalah TIDAK BENAR?

- (A) Push Down Automata (PDA) can be used to recognize  $L_1$  and  $L_2$ .  
*Push Down Automata (PDA) boleh digunakan untuk mengenali  $L_1$  dan  $L_2$ .*
- (B)  $L_1$  is a regular language.  
 *$L_1$  ialah bahasa biasa.*
- (C) All the three languages are context free.  
*Kesemua tiga bahasa adalah konteks bebas.*
- (D) Turing machine can be used to recognize all the three languages.  
*Mesin Turing boleh digunakan untuk mengenali kesemua tiga bahasa.*

- (e) Which of the following languages is not regular (cannot be defined by a regular expression or finite automaton)?

*Manakah antara bahasa-bahasa berikut tidak biasa (tidak boleh ditakrifkan dengan ungkapan nalar atau automaton terhingga)?*

- (A)  $L = \{x \mid x = (a^2b^2c^2)^n, n \text{ a positive integer}\}$   
 (B)  $L = \{x \mid x = a^m b^n, n, m \text{ positive integers}\}$   
 (C)  $L = \{x \mid x = (ab^2c)^n, n \text{ a positive integer}\}$   
 (D)  $L = \{x \mid x = a^n b^n c^n, n \text{ a positive integer}\}$

- (f) Which of the following strings is NOT in the Kleene closure of the language  $\{011, 10, 110\}$ ?

*Manakah antara rentetan-rentetan berikut BUKAN dalam yang bahasa penutupan Kleene  $\{011, 10, 110\}$ ?*

- (A) 0111010  
 (B) 11001010  
 (C) 1101010  
 (D) 01111010

- (g) Identify from the list below the regular expression which does not match the language description for string generation.

*Kenal pasti dari senarai di bawah ungkapan nalar yang tidak sepadan dengan penerangan bahasa untuk penjanaan rentetan.*

- (A) All strings over alphabet  $\{0,1\}$  not ending in 01:  
*Semua rentetan dari abjad  $\{0,1\}$  tidak berakhir dengan 01:*  
 $\lambda + 0 + 1 + (0 + 1)^* (00 + 10 + 11)$
- (B) All strings over alphabet  $\{0,1\}$  not containing the substring 101:  
*Semua rentetan dari abjad  $\{0,1\}$  tidak mengandungi subrentetan 101:*  
 $0^* (1^* 000^*)^* 1^* 0^*$
- (C) All strings over alphabet  $\{0,1\}$  having at least two occurrences of the substring 00:  
*Semua rentetan dari abjad  $\{0,1\}$  mempunyai sekurang-kurangnya dua kejadian subrentetan 00:*  
 $(1 + 0)^* 00(1 + 0)^* 00(1 + 0)^* + (1 + 0)^* 000(1 + 0)^*$
- (D) All strings over alphabet  $\{0,1\}$  containing an even number of 0's:  
*Semua rentetan dari abjad  $\{0,1\}$  mengandungi bilangan 0 yang genap:*  
 $1^* + (1^* 01^* 0)^* 0^* 1^*$

- (h) The following is a context-free grammar for language  $L(G)$ :

*Berikut ialah tatabahasa konteks-bebas untuk bahasa  $L(G)$ :*

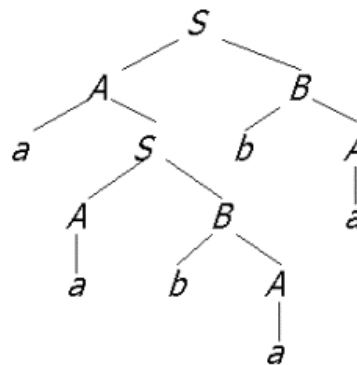
$$\begin{aligned} S &\rightarrow AB \\ A &\rightarrow 0A1 \mid 2 \\ B &\rightarrow 1B \mid 3A \end{aligned}$$

Which of the following strings is in the language  $L(G)$ ?

*Manakah antara rentetan-rentetan berikut terkandung dalam bahasa  $L(G)$ ?*

- (A) 00021132  
 (B) 000211132  
 (C) 021131021  
 (D) 0211300021
- (i) The following parse tree represents a rightmost derivation according to the grammar  $S \rightarrow AB$ ,  $A \rightarrow aS|a$ ,  $B \rightarrow bA$ . Which of the following is a right-sentential form in this derivation?

*Pokok huraian berikut mewakili terbitan paling kanan mengikut tatabahasa  $S \rightarrow AB$ ,  $A \rightarrow aS|a$ ,  $B \rightarrow bA$ . Manakah antara berikut adalah bentuk ayat-kanan mengikut terbitan ini?*



- (A) AbaS  
 (B) aabAba  
 (C) abaAbA  
 (D) aAbAba

(j) The Turing machine M has:

States q and p; q is the start state.

Tape symbols are 0, 1, and B; whereby 0 and 1 are input symbols, and B is the blank.

The next-move function is as follows:

*Mesin Turing M mempunyai:*

*Keadaan q dan p; q ialah keadaan permulaan.*

*Simbol-simbol pita ialah 0, 1 dan B; di mana 0 dan 1 ialah simbol-simbol input, dan B ialah tempat kosong.*

*Fungsi langkah-seterus adalah seperti berikut::*

State	Tape Symbol	Move
q	0	(q,0,R)
q	1	(p,0,R)
q	B	(q,B,R)
p	0	(q,0,L)
p	1	none (halt)
p	B	(q,0,L)

Simulate M on the input 1010110, and identify one of the ID's (instantaneous descriptions) of M from the list below.

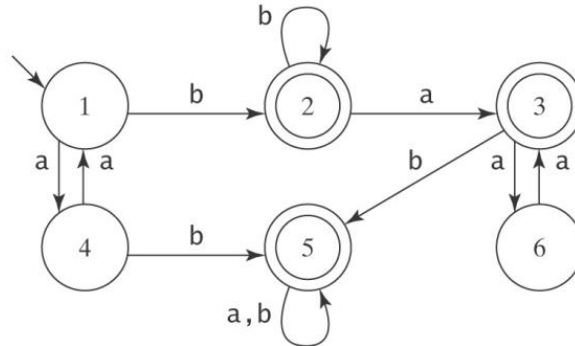
*Simulasikan M dengan "input" 1010110, dan kenal pasti satu daripada ID ("instantaneous descriptions") untuk M daripada senarai di bawah.*

- (A) 0000q010
- (B) 00000p10
- (C) 001q0110
- (D) 00000000qB

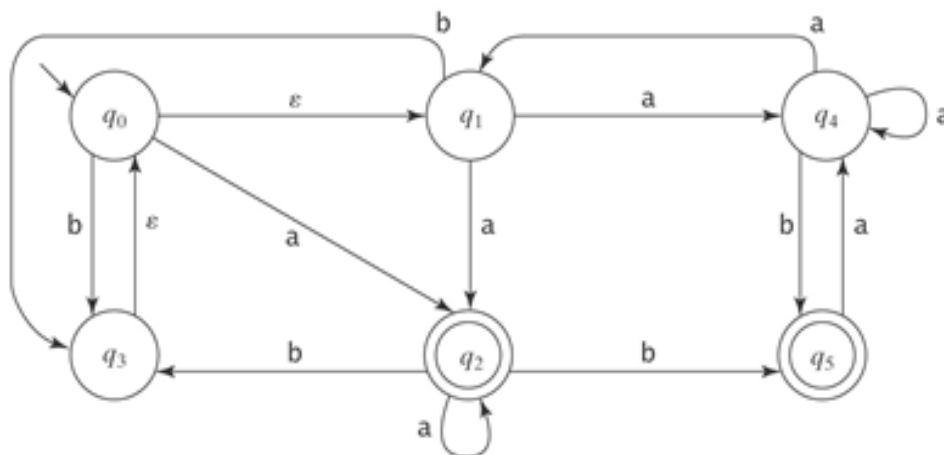
(20/100)

2. (a) Give a clear description in English of the language accepted by the following Finite State Machine.

*Berikan penerangan yang jelas dalam Bahasa Inggeris untuk bahasa yang diterima oleh Mesin Keadaan Terhingga berikut.*



- (b) (i) Convert the following Nondeterministic Finite Automaton (NFA) into a Deterministic Finite Automaton (DFA) through the subset construction.  
 (ii) Show the value of  $\text{eps}(q)$  for each state  $q$ .  
 (iii) Describe the transition function using a transition table. You may list down the functions for involved states only.  
 (iv) Show your DFA using a transition diagram.
- (i) Ubah Automaton Terhingga Tak Berketentuan (NFA) berikut kepada Automaton Terhingga Berketentuan (DFA) melalui pembinaan subset.  
 (ii) Tunjuk nilai  $\text{eps}(q)$  untuk setiap keadaan  $q$ .  
 (iii) Terangkan fungsi peralihan dengan menggunakan jadual peralihan. Anda boleh menyenaraikan fungsi untuk keadaan yang berkenaan sahaja.  
 (iv) Tunjukkan DFA anda dengan menggunakan gambarajah peralihan.



- (c) Given two languages,  $L_1$  and  $L_2$ , and their definitions below:

$L_1 = \{w \in \{0, 1\}^* : \text{every } 0 \text{ in } w \text{ is preceded immediately by the string } 11\}$ .

$L_2 = \{w \in \{0, 1\}^* : \text{there is no occurrence of the substring } 000 \text{ in } w\}$ .

*Diberi dua bahasa,  $L_1$  and  $L_2$  dan definisi-definisi mereka seperti dibawah:*

$L_1 = \{w \in \{0, 1\}^* : \text{setiap } 0 \text{ dalam } w \text{ didahului oleh rentetan } 11\}$ .

$L_2 = \{w \in \{0, 1\}^* : \text{tiada kemunculan subrentetan } 000 \text{ dalam } w\}$ .

- (i) Construct DFA for each of the language  $L_1$  and  $L_2$ .

Then, construct an  $\varepsilon$ -NFA for language,  $L_3$  and a DFA for language,  $L_4$ , as indicated by the operator(s).

- (ii) *Bina DFA untuk setiap bahasa  $L_1$  dan  $L_2$ .*

*Kemudian, bina suatu  $\varepsilon$ -NFA untuk bahasa,  $L_3$  dan DFA untuk bahasa,  $L_4$ , mengikut operasi yang dinyatakan.*

$$L_3 = L_1 \cup L_2.$$

$$L_4 = \neg L_2.$$

- (iii) List **two (2)** strings that will be accepted and **two (2)** strings that will be rejected by each of the new language.

*Senaraikan **dua (2)** rentetan yang akan diterima dan **dua (2)** rentetan yang akan ditolak oleh setiap bahasa baru.*

(20/100)

3. (a) Write regular expressions for the following languages.

*Tuliskan ungkapan nalar untuk bahasa-bahasa berikut.*

- (i)  $w \in \{0, 1\}^* : w \text{ does not have } 100 \text{ as a substring}$ .

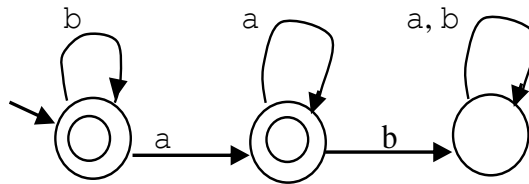
$\{w \in \{0, 1\}^* : w \text{ tidak mempunyai subrentetan } 100\}$ .

- (ii)  $\{w \in \{a, b\}^+ : w \text{ starts and ends with the same character}\}$ .

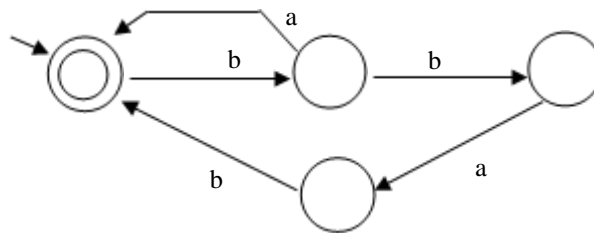
$\{w \in \{a, b\}^+ : w \text{ starts and ends with the same character}\}$ .



(iii)



(iv)



(b) For each of the following languages  $L$ , determine whether  $L$  is regular. Justify your answer.

*Bagi setiap bahasa  $L$  yang berikut, tentukan sama ada  $L$  adalah biasa. Justifikasikan jawapan anda.*

(i)  $L = \{0^n 1^m 0^n \mid m, n \geq 0\}$ .

(ii)  $L = \{a^{ij} : 0 \leq j \leq i\}$ .

(20/100)

4. (a) (i) Describe the meaning of ambiguous Context Free Grammar (CFG).

*Terangkan maksud Tatabahasa Konteks Bebas (CFG) yang kabur.*

(ii) Show that the following CFG for language  $G$  is ambiguous.

*Tunjukkan bahawa CFG bagi bahasa  $G$  berikut adalah kabur.*

$G = (V, T, P, W)$ , where  $V = \{W, A, B\}$ ,  $T = \{0, 1\}$ ,  $W$  is the start variable, and the grammar includes the following rules.

$G = (V, T, P, W)$ , di mana  $V = \{W, A, B\}$ ,  $T = \{0, 1\}$ ,  $W$  adalah pemboleh ubah awal, dan tatabahasanya termasuk peraturan-peraturan berikut.

$$\begin{aligned} W &\rightarrow A \mid B \\ A &\rightarrow 0W \mid \epsilon \\ B &\rightarrow 1W \mid \epsilon \end{aligned}$$

- (b) Let  $T = \{0, 1, (, ), \cup, *, \emptyset, \epsilon\}$ .  $T$  is the set of symbols used by regular expressions over the alphabet  $\{0,1\}$ ; with  $\epsilon$  represents symbol  $\epsilon$ .

*Biar  $T = \{0, 1, (, ), \cup, *, \emptyset, \epsilon\}$ .  $T$  ialah satu set simbol yang digunakan oleh ungkapan nalar untuk abjad  $\{0,1\}$ ; di mana  $\epsilon$  mewakili simbol  $\epsilon$ .*

- (i) Design a Context Free Grammar (CFG) for language  $G$  with set of terminals  $T$  that generates the regular expressions with alphabet  $\{0,1\}$ .

*Reka suatu Tatabahasa Konteks Bebas (CFG) untuk bahasa  $G$  dengan set terminal  $T$  yang menjana ungkapan nalar dengan abjad  $\{0,1\}$ .*

- (ii) Based on your answer in 4(b)(i), give a derivation and the corresponding parse tree for the string  $(0 \cup (10)^*1)^*$ .

*Berdasarkan jawapan anda di 4(b)(i), berikan terbitan dan pohon huraian yang sepadan untuk rentetan  $(0 \cup (10)^*1)^*$ .*

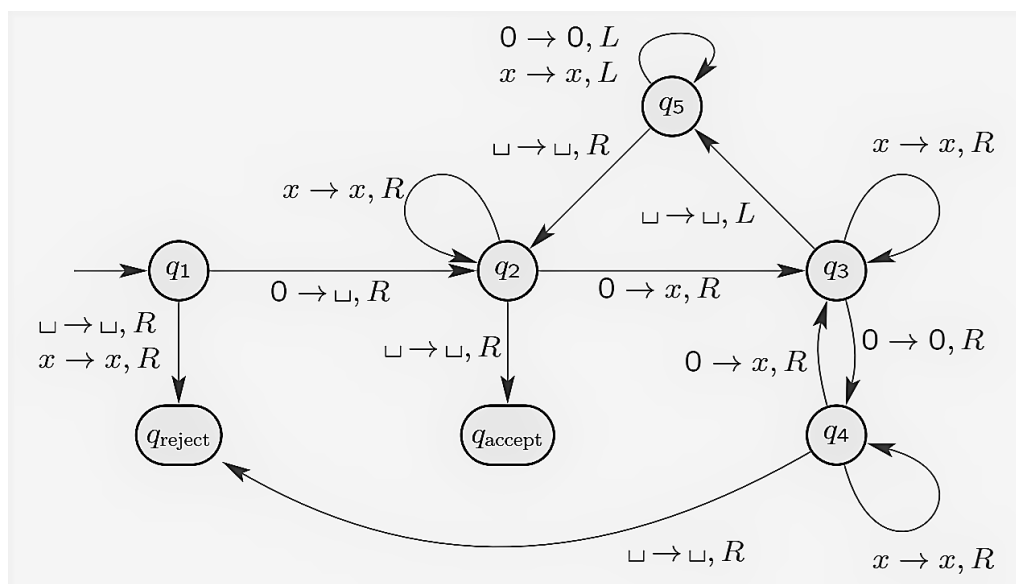
(20/100)

5. (a) A Turing machine is a 7-tuple  $M = (Q, \Sigma, \Gamma, \delta, q_0, B, F)$ . Describe each element of the tuple.

*Mesin Turing merupakan 7-tuple  $M = (Q, \Sigma, \Gamma, \delta, q_0, B, F)$ . Huraikan setiap elemen "tuple" tersebut.*

- (b) The Turing machine  $M$  below recognizes the language  $A = \{0^{2^n} \mid n \geq 0\}$ .

*Mesin Turing  $M$  di bawah dapat mengecam bahasa  $A = \{0^{2^n} \mid n \geq 0\}$ .*



For each of the following input string, give the entire sequence of moves for M using the instantaneous description of a Turing Machine.

*Untuk setiap rentetan input di bawah, beri seluruh urutan pergerakan untuk M menggunakan "instantaneous description" bagi sebuah Mesin Turing.*

(i) 00

(ii) 000000

(20/100)

