
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
2015/2016 Academic Session

December 2015/January 2016

CCS511 – Evolutionary Computing
[Perkomputeran Berevolusi]

Duration : 2 hours
[Masa : 2 jam]

INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:

[ARAHAN KEPADA CALON:]

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

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **TIGA** soalan di dalam **TUJUH** 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. In the card splitting game, ten cards which are numbered from 1 to 10, are split into two equal piles. The sum of the first pile must be as close as possible to 36 and the product of the second pile must be as close as possible to 360. You are required to solve it using genetic algorithm.
 - (a) Provide a suitable representation for this problem.

(20/100)
 - (b) Provide a fitness function for this problem.

(20/100)
 - (c) Identify and justify the cross-over operator which you can use to solve this problem.

(20/100)
 - (d) Identify and justify the mutation operator which you can use to solve this problem.

(20/100)
 - (e) Based on a randomly generated initial population, show the fitness of each individual in the population using the fitness function from question 1(b) and the probability of being selected using the fitness proportional selection. Assume the population size is 4.

(20/100)

2.
 - (a) Explain why diversity is an important issue in evolutionary computing.

(20/100)
 - (b) Illustrate a typical progress of an evolutionary algorithm over time.

(10/100)
 - (c) Discuss **two (2)** problems faced during the progress of an evolutionary algorithm.

(20/100)
 - (d) What is genetic drift? Describe the main idea of genetic drift using an example.

(15/100)
 - (e) In Evolutionary Algorithms, *crowding* approach can be used to maintain population diversity. Describe the *crowding* approach.

(15/100)

- (f) When an Evolutionary Algorithm (EA) is used to solve a combinatorial optimization problem, local search and repair algorithm are often added to the EA. Describe the functions of the local search and repair algorithm in such EA. Also, highlight the similarities and differences between the local search and the repair algorithm.

(20/100)

- 3 (a) In ant algorithms, when an ant moves from one node to another node, it is assisted by a transition rule which is defined as a probability function as follows:

$$P_{ij}^k(t) = \begin{cases} \frac{[\tau_{ij}(t)]^\alpha \times [\eta_{ij}]^\beta}{\sum_{l \in N_i^k} [\tau_{il}(t)]^\alpha \times [\eta_{il}]^\beta} & \text{if } j \in N_i^k \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Explain the probability function above.

(20/100)

- (b) Assuming that you are solving a 5-city Traveling Salesman Problem (TSP) using ant algorithms. The 5-city TSP is symbolized by a fully connected graph {V, Q, R, S, T}. The following tables show the pheromone levels on each edge of the graph and the distances between each city.

Pheromone Levels					
	V	Q	R	S	T
V	-	0.35	0.43	0.16	0.07
Q	0.35	-	0.78	0.92	0.67
R	0.43	0.78	-	0.03	0.26
S	0.16	0.92	0.03	-	0.34
T	0.07	0.67	0.26	0.34	-

Distances					
	V	Q	R	S	T
V	-	2	5	8	12
Q	2	-	7	11	3
R	5	7	-	14	9
S	8	11	14	-	12
T	12	3	9	12	-

An ant started its journey at city R and it has visited city V. α and β are set to 1. Using the probability function listed in question 3(a),

- determine the probability that the ant will visit city R.
- determine the probability that the ant will visit city S.
- determine the probability that the ant will visit city T.

(15/100)

- (c) Answer the following questions based on a given schema H in Genetic Algorithm.

$H: ###10##1001\#$

- (i) How many possible instances of schema H can be obtained?
- (ii) Determine the order of the schema H , $o(H)$.
- (iii) Determine the defining length of the schema H , $d(H)$.
- (iv) Determine the probability that a single instance of schema H is destroyed by a bitwise mutation which occurs with probability P_m .
- (v) Determine the probability that a single instance of schema H is destroyed by a one-point crossover.

(25/100)

- (d) (i) Compare and contrast the following: parameter tuning and parameter control.
- (ii) Explain the main idea of self-adaptive parameter control. What are the advantages of having self-adaptive parameter control in an evolutionary algorithm?

(40/100)

KERTAS SOALAN DALAM VERSI BAHASA MALAYSIA

[CCS511]

- 5 -

1. Dalam permainan pembahagian kad, 10 kad bernombor dari 1 hingga 10, dibahagikan kepada dua timbunan yang sama banyak. Hasil tambah timbunan pertama mestilah hampir dengan nilai 36 dan hasil darab timbunan kedua mestilah hampir dengan nilai 360. Anda dikehendaki menyelesaikan masalah ini dengan algoritma genetik.
 - (a) Berikan satu perwakilan yang sesuai untuk masalah ini.

(20/100)
 - (b) Berikan satu fungsi kecergasan untuk masalah ini.

(20/100)
 - (c) Kenal pasti dan berikan justifikasi untuk operator pindahan-silang yang boleh digunakan untuk menyelesaikan masalah ini.

(20/100)
 - (d) Kenal pasti dan berikan justifikasi untuk operator mutasi yang boleh digunakan untuk menyelesaikan masalah ini.

(20/100)
 - (e) Berasaskan satu populasi awal yang dijana secara rawak, tunjukkan kecergasan setiap individu dalam populasi menggunakan fungsi kecergasan dari soalan 1(b) dan kebarangkalian dipilih menggunakan pilihan berkadar kecergasan. Andaikan saiz populasi ialah 4.

(20/100)
2.
 - (a) Terangkan mengapa kepelbagaian merupakan satu isu penting dalam perkomputeran berevolusi.

(20/100)
 - (b) Gambarkan pelakuan lazim algoritma evolusi dari masa ke masa.

(10/100)
 - (c) Bincangkan **dua (2)** masalah yang dihadapi semasa pelakuan algoritma evolusi?

(20/100)
 - (d) Apakah hanyutan genetik? Huraikan idea utama hanyutan genetik dengan menggunakan satu contoh.

(15/100)

(e) Dalam Algoritma Evolusi, kaedah *kesesakan* boleh digunakan untuk mengekalkan kepelbagaian populasi. Huraikan kaedah *kesesakan*.
(15/100)

(f) Apabila Algoritma Evolusi digunakan untuk menyelesaikan masalah pengoptimuman kombinatorik, algoritma gelintaran setempat dan algoritma pembaikan sering ditambah kepada Algoritma Evolusi. Jelaskan fungsi-fungsi algoritma gelintaran setempat dan algoritma pembaikan dalam Algoritma Evolusi berkenaan. Tonjolkan juga persamaan dan perbezaan antara gelintaran setempat dengan algoritma pembaikan.
(20/100)

3 (a) Dalam algoritma semut, apabila satu semut bergerak dari satu nod ke nod yang lain, ia dibantu oleh satu peraturan peralihan yang ditakrifkan sebagai satu fungsi kebarangkalian seperti berikut:

$$P_{ij}^k(t) = \begin{cases} \frac{[\tau_{ij}(t)]^\alpha \times [\eta_{ij}]^\beta}{\sum_{l \in N_i^k} [\tau_{il}(t)]^\alpha \times [\eta_{il}]^\beta} & \text{if } j \in N_i^k \\ 0 & \text{sebaliknya} \end{cases}$$

Jelaskan fungsi kebarangkalian di atas.

(20/100)

(b) Andaikan anda menyelesaikan satu Masalah Jurujual Kembara yang melibatkan 5 bandar dengan menggunakan algoritma semut. Masalah itu dilambangkan oleh satu graf berkait penuh $\{V, Q, R, S, T\}$. Jadual-jadual berikut menunjukkan tahap feromon pada setiap tepi graf dan jarak di antara setiap bandar.

Tahap Feromon					
	V	Q	R	S	T
V	-	0.35	0.43	0.16	0.07
Q	0.35	-	0.78	0.92	0.67
R	0.43	0.78	-	0.03	0.26
S	0.16	0.92	0.03	-	0.34
T	0.07	0.67	0.26	0.34	-

Jarak					
	V	Q	R	S	T
V	-	2	5	8	12
Q	2	-	7	11	3
R	5	7	-	14	9
S	8	11	14	-	12
T	12	3	9	12	-

Satu semut telah bermula perjalanannya di bandar R dan ia telah melewati bandar V. α dan β ditetapkan dengan nilai 1. Dengan menggunakan fungsi kebarangkalian yang ditunjukkan dalam soalan 3(a),

- (i) tentukan kebarangkalian yang semut itu akan melewati bandar R.
- (ii) tentukan kebarangkalian yang semut itu akan melewati bandar S.
- (iii) tentukan kebarangkalian yang semut itu akan melewati bandar T.

(15/100)

- (c) Jawab soal-soal berikut berdasarkan satu skema H yang diberi dalam Algoritma Genetik.

$H: ###10##1001\#$

- (i) Berapakah tika yang boleh diperoleh berasakan skema H ?
- (ii) Tentukan tertib skema H , $o(H)$.
- (iii) Tentukan panjang definisi skema H , $d(H)$.
- (iv) Tentukan kebarangkalian yang satu tika skema H dimusnahkan oleh mutasi bit yang berlaku dengan kebarangkalian P_m .
- (v) Tentukan kebarangkalian yang satu tika skema H dimusnahkan oleh pindah silang satu-titik?

(25/100)

- (d) (i) Bandingkan dan bezakan yang berikut: panalaan parameter dan pengawalan parameter.
- (ii) Jelaskan idea utama pengawalan parameter penyesuaian sendiri. Apakah kelebihan-kelebihan adanya pengawalan parameter penyesuaian sendiri dalam algoritma evolusi?

(40/100)