



UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
2016/2017 Academic Session

December 2016 / January 2017

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 **SIX** printed pages before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **TIGA** soalan di dalam **ENAM** 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. (a) A generational GA has a population size of 100, uses fitness proportionate selection without elitism, and after t generations has a mean population fitness of 76.0. There is one copy of the current best member, which has fitness 157.0.

Suatu GA bergenerasi mempunyai saiz populasi sebanyak 100, menggunakan kecergasan pemilihan berkadar tanpa elitisme, dan selepas t generasi ia mempunyai kecergasan purata populasi 76.0. Terdapat satu salinan ahli terbaik semasa, yang mempunyai kecergasan 157.0.

- (i) What is the expectation for the number of copies of the best individual present in the mating pool?

Apakah jangkaan untuk bilangan salinan yang hadir di dalam ruang pasangan untuk individu yang terbaik?

- (ii) What is the probability that there will be no copies of that individual in the mating pool, if selection is implemented using roulette wheel algorithm?

Apakah kebarangkalian bahawa tidak akan ada salinan individu tersebut di dalam ruang pasangan, jika pemilihan dilaksanakan dengan menggunakan algoritma roda rolet?

- (iii) What is the probability if the implementation uses stochastic universal sampling?

Apakah kebarangkalian jika pelaksanaan menggunakan persampelan universal stokastik?

(30/100)

- (b) Suppose we have four individuals in an EA population with fitness values 10, 20, 30, and 40.

Katakan kita mempunyai empat individu dalam populasi EA dengan nilai kecergasan 10, 20, 30, dan 40.

- (i) What are the selection probabilities of each individual given one spin of a roulette-wheel?

Apakah kebarangkalian pemilihan setiap individu jika diberikan satu putaran rolet roda?

- (ii) Suppose we use over-selection so that the best 50% of the population has a 75% probability of selection, and the worst 50% of the population has a 25% probability of selection. What are the selection probabilities of each individual given one spin of a roulette-wheel?

Katakan kita menggunakan pemilihan-lebih supaya 50% populasi yang terbaik mempunyai kebarangkalian pemilihan 75%, dan 50% populasi yang paling teruk mempunyai kebarangkalian pemilihan 25%. Apakah kebarangkalian pemilihan setiap individu jika diberikan satu putaran rolet roda?

(20/100)

- (c) Why is elitism an important addition to the simple Genetic Algorithm?

Mengapa penambahan elitisme penting kepada Algoritma Genetik mudah?

(10/100)

- (d) Why is tournament selection simpler than fitness proportionate selection?

Mengapa pemilihan pertandingan lebih mudah daripada pemilihan berkadar kecergasan?

(20/100)

- (e) Why most of the operators of EA used in normal optimization problem, do not work in combinatorial optimization problem. Explain with example.

Mengapakah kebanyakan pengendali EA yang digunakan dalam masalah pengoptimuman normal tidak boleh digunakan dalam masalah pengoptimuman kombinatorik? Jelaskan dengan contoh.

(20/100)

2. (a) A farmer has 5000 meters of fencing and wants to fence off a rectangular field that borders a straight wall. He needs no fence along the wall. What are the dimensions of the field that has the largest area? You are required to solve this problem using Genetic Algorithm.

Seorang petani mempunyai 5000 meter pagar dan mahu memagar padang segi empat tepat yang bersempadan dengan satu dinding lurus. Dia tidak perlu pagar di sepanjang dinding. Apakah dimensi padang yang mempunyai ruang yang paling besar? Anda dikehendaki menyelesaikan masalah ini dengan menggunakan Algoritma Genetik.

- (i) Provide a suitable representation for this problem to be solved using Genetic Algorithm. Justify your answer.

Sediakan perwakilan yang sesuai untuk masalah ini supaya diselesaikan dengan menggunakan Algoritma Genetik. Jelaskan jawapan anda.

- (ii) Provide a suitable fitness function for this problem to be solved using Genetic Algorithm. Justify your answer.

Sediakan fungsi kecerdasan yang sesuai untuk masalah ini supaya diselesaikan dengan menggunakan Algoritma Genetik. Jelaskan jawapan anda.

- (iii) Provide a random initial population of size four. Calculate the fitness of each individual and the probability of selection.

Sediakan populasi awal rawak bersaiz empat. Kira kecerdasan setiap individu dan kebarangkalian pemilihan.

(50/100)

- (b) Evolutionary Programming (EP) can be applied to get an optimal solution for an optimization problem by evolving a Finite State Machine (FSM). Assume that an optimization expert has designed and implemented an Evolutionary Programming model for a problem which deals with input and output of binary sequences. After execution, the model ultimately outputs the solution vector \mathbf{S} after evolving into several generations. Without loss of generality, it has been assumed that the FSM begins in *State 1*. Subsequently, the elements of \mathbf{S} gradually evolves as per the following EP procedure:

$S(1)$ = output if the FSM is in state 1 and the input is 0
 $S(2)$ = next state if the FSM is in state 1 and the input is 0
 $S(3)$ = output if the FSM is in state 1 and the input is 1
 $S(4)$ = next state if the FSM is in state 1 and the input is 1
 $S(5)$ = output if the FSM is in state 2 and the input is 0
 \vdots
 $S(4n)$ = next state if the FSM is in state n and the input is 1

Assume that the following optimal solution has been yielded by the above EP model:

$\mathbf{S} = [1\ 3\ 1\ 2, 1\ 1\ 0\ 4, 0\ 1\ 0\ 2, 1\ 4\ 0\ 2]$

Your task is to work out and sketch the evolving FSM step by step. With the aid of the above designed procedure systematically process the given vector \mathbf{S} so as to gradually output the final FSM. Clearly show how the FSM gets gradually evolved during every finite state using suitable sketches and workings.

Pengaturcaraan Evolusi (PE) boleh diaplikasikan untuk mendapat satu penyelesaian optimum bagi satu masalah pengoptimuman dengan mengembangkan satu Mesin Keadaan Terhingga (MKT). Andaikan seorang pakar pengoptimuman telah mereka bentuk dan menjalankan satu model Pengaturcaraan Evolusi untuk satu masalah yang berkenaan dengan input dan output jujukan perduaan. Selepas pelaksanaan, model itu akhirnya memberi penyelesaian vektor S selepas berkembang melalui beberapa generasi. Tanpa hilang itlaknya, MKT diandaikan bermula dalam Keadaan 1. Seterusnya, elemen-elemen S semakin berkembang seperti prosedur PE di bawah:

$S(1)$ = output, jika MKT berada dalam keadaan 1 dan input ialah 0
 $S(2)$ = keadaan seterusnya, jika MKT berada dalam keadaan 1 dan input ialah 0
 $S(3)$ = output, jika MKT berada dalam keadaan 1 dan input ialah 1
 $S(4)$ = keadaan seterusnya, jika MKT berada dalam keadaan 1 dan input ialah 1
 $S(5)$ = output, jika MKT berada dalam keadaan 2 dan input ialah 0
 \vdots
 $S(4n)$ = keadaan seterusnya, jika MKT berada dalam keadaan n dan input ialah 1

Andaikan penyelesaian optimum berikut telah dihasilkan oleh model PE di atas:

$S = [1\ 3\ 1\ 2, 1\ 1\ 0\ 4, 0\ 1\ 0\ 2, 1\ 4\ 0\ 2]$

Tugas anda adalah untuk menghasilkan dan melakarkan pengembangan MKT langkah demi langkah. Dengan bantuan prosedur yang direka di atas, proseskan vektor S secara sistematik supaya menghasilkan MKT terakhir secara beransur-ansur. Tunjuk dengan jelas pengembangan beransur MKT semasa setiap keadaan terhingga dengan menggunakan lakaran-lakaran dan cara-cara kerja yang sesuai.

(50/100)

3. (a) Compare and contrast: Evolutionary Programming, Evolution Strategies and Genetic Algorithms in terms of representation, recombination, mutation, parent selection and survivor selection.

Bandingkan dan bezakan: Pengaturcaraan Evolusi, Strategi Evolusi dan Algoritma Genetik dari segi perwakilan, gabungan semula, mutase, pemilihan ibu bapa dan

(30/100)

- (b) The theoretical foundations of Genetic Algorithms is based on the **Schema Theorem**. In this context briefly answer the following questions:

*Asas teori Algoritma Genetic adalah berdasarkan **Teorem Skema**. Dalam konteks ini, jawab soalan-soalan berikut secara ringkas:*

- (i) Define the term “schema” with a suitable example.

Takrifkan istilah “skema” dengan satu contoh yang sesuai.

- (ii) Define a typical schema associated with a 4-bit chromosome and list down all its chromosomes.

Takrifkan satu skema yang biasa disekutu dengan satu kromosom 4-bit dan menyenaraikan semua kromosomnya.

- (iii) Define the term “defining length” of a schema with a suitable example.

Takrifkan istilah “panjang definisi” satu skema dengan satu contoh yang sesuai.

- (iv) For a given mutation probability of p_m , express the probability that a given schema H could survive after undergoing mutation.

Berdasarkan kebarangkalian mutasi p_m yang diberi, nyatakan kebarangkalian satu skema H supaya ia boleh terus hidup selepas menjalani mutasi.

(20/100)

- (c) Provide a formal definition of a “Pareto optimal set” in the context of multi-objective optimization. Your definitions should include suitable variables and mathematical formalisms.

Berikan satu definisi formal untuk “set optimum Pareto” dalam konteks pengoptimuman objektif berbilang. Definisi anda harus merangkumi pemboleh-pemboleh ubah dan formalisme matematik yang sesuai.

(30/100)

- (d) (i) Define the terms “Parameter tuning” and “parameter control” in the context of designing evolutionary algorithms.

Takrifkan istilah-istilah “penalaan parameter” dan “pengawalan parameter” dalam konteks mereka bentuk algoritma-algoritma evolusi.

- (ii) Sketch a suitable taxonomy chart to systematically categorize the overall methods of state-of-the-art evolutionary algorithms pertaining to “Parameter setting”.

Lakarkan satu carta taksonomi yang sesuai untuk mengkategorikan secara sistematik kaedah-kaedah keseluruhan algoritma-algoritma evolusi terkini berkaitan dengan “penalaan parameter”.

(20/100)