

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination  
2010/2011 Academic Session

April/May 2011

**CCS592 - Advanced Algorithms & Complexity**  
***[Algoritma Lanjutan & Kekompleksan]***

Duration : 2 hours  
*[Masa : 2 jam]*

---

**INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:**  
***[ARAHAN KEPADA CALON:]***

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

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

- Answer **ALL** questions.

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

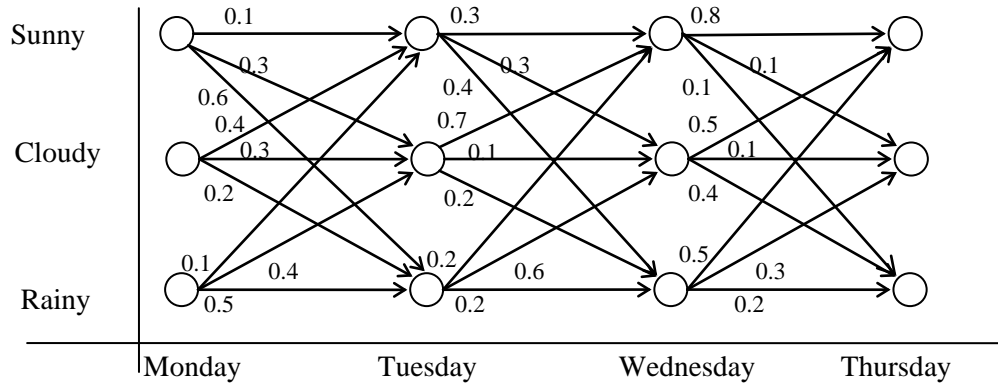
- You may answer the questions either in English or in Bahasa Malaysia.

*[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. Figure below shows the weather forecast for 4 days in a particular week and month. The value at each edge indicates the probability of the changes in the weather from one day to the next, and the node indicates the state of the weather (sunny, cloudy or rainy) at a particular day.



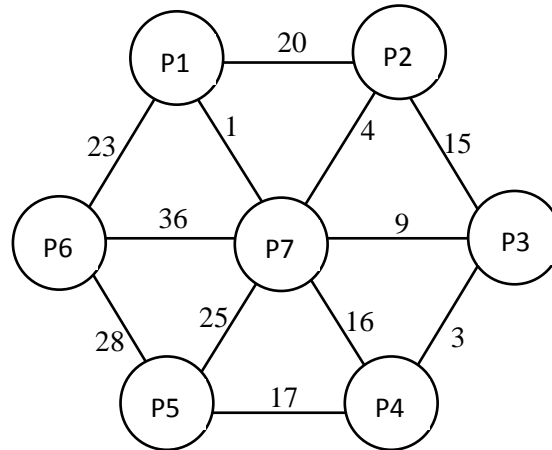
- (a) Describe how a weather model to represent the above problem can be built. (20/100)
- (b) Write a pseudocode for an efficient (in terms of time complexity) algorithm to finding the most probable weather changes. (30/100)
- (c) Find out the most probable weather sequence from Monday to Thursday. (20/100)
- (d) Explain the changes in the proposed algorithm, if we want to modify the algorithm to find n best path. (30/100)

2. You want to design a job scheduler for an operating system. The job scheduler gives higher priority to task that can be finished on shorter time, and those that have been pending for a long time. An example of the list of task is below.

Task Id	Execution time (sec)	Pending time (sec)
1	30	10
2	5	2
3	15	4
4	45	15
5	10	8
6	20	5

- (a) Assume that the job scheduler executes a task at a time in sequential:
- (i) Propose and describe an algorithm for the job scheduler. (30/100)
  - (ii) Describe how the tasks on the list above are being sorted by the algorithm proposed in descending order. (20/100)
- (b) Assume the operating system can make use of 2 processors at a time. Propose and describe in detail an algorithm that can complete all tasks in the fastest time. Give a few examples to prove that your proposed algorithm works. (50/100)

3. ABC Sdn. Bhd. has undertaken a project with the objective of installing gas pipes to the key plants of a chemical industry. The layout of the seven plants namely P1,P2,P3,...P7 and the cost associated with paths between the plants are shown in the following graph, say G.

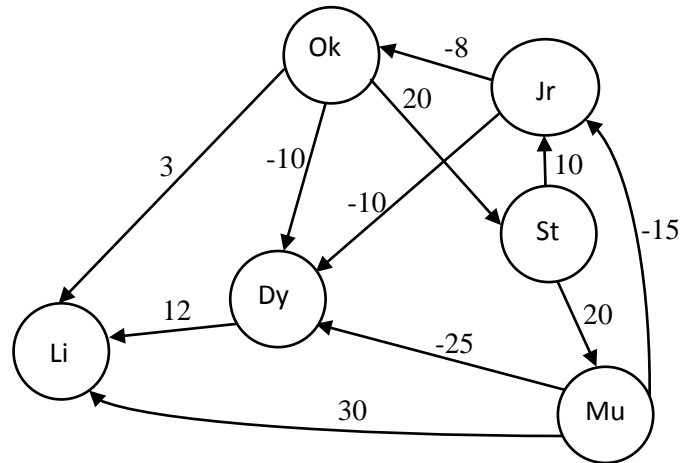


In the above undirected graph, we can see that some of the paths are more expensive and some are less expensive. This variation in the cost is due to factors such as the usage of various sophisticated equipments deployed due to various deepening levels, removing the obstacles in the path and the amount of manpower involved.

A *spanning tree* for a given graph  $G_1$ , would be a subgraph of  $G_1$  which has no cycles but still contains all the nodes of  $G_1$ . There might be several spanning trees possible. A *Minimum Spanning Tree (MST)* would be the one that yields the lowest total cost. Our problem of interest here is to design and analyse a suitable MST algorithm for ABC Sdn. Bhd.

- (a) Precisely describe *Kruskal's Algorithm (KR-AL)* in simple words which can process a graph and output the MST of the graph (list down the steps point by point). (20/100)
- (b) Design an efficient pseudocode of KR-AL in not more than 20 lines. You need to number each line of your pseudocode. (30/100)
- (c) Systematically apply KR-AL to the graph G shown. (Refer the graph and the scenario given at the start of this question.) Illustrate how the MST is built stage by stage with appropriate diagrams and tables. (40/100)
- (d) Perform a complexity analysis of KR-AL using *big O* notation. (10/100)

4. The edges of the following directed graph have negative as well as positive weights.



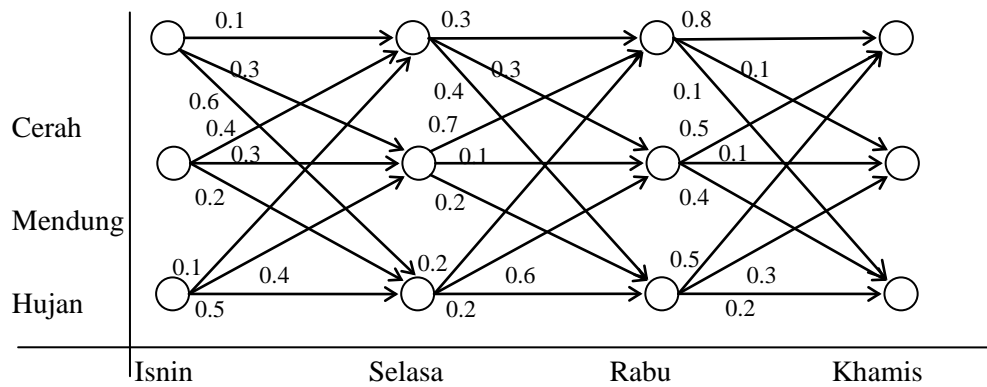
- (a) Propose and describe a suitable algorithm to find the shortest paths of all vertices from the start node (St). The algorithm should work for edges with negative weights as well. (20/100)
- (b) Design an efficient pseudocode of your proposed algorithm in 4(a) above with not more than 20 lines. You need to number each line of your pseudocode. (30/100)
- (c) Systematically apply the proposed algorithm in 4(a) above to the given graph (refer the graph and given at the start of this question). Illustrate how the shortest path has been updated in various passes of the algorithm. (40/100)
- (d) Perform a complexity analysis of the proposed algorithm using *big O* notation. (10/100)

**KERTAS SOALAN DALAM VERSI BAHASA MALAYSIA**

[CCS592]

- 6 -

1. Gambar rajah di bawah menunjukkan cuaca selama 4 hari dalam sesuatu minggu dan bulan tertentu. Nilai bagi setiap sisi menunjukkan kebarangkalian perubahan cuaca dari satu hari ke berikutnya, dan nod menunjukkan keadaan cuaca (cerah, mendung atau hujan) pada hari tertentu.



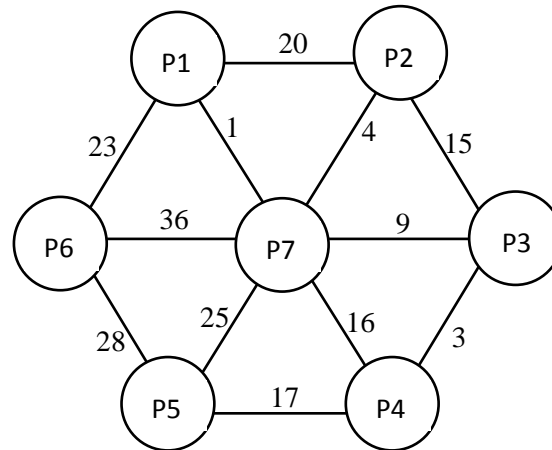
- (a) Terang bagaimana satu model cuaca untuk mewakili masalah di atas boleh dibina. (20/100)
- (b) Tulis pseudokod yang efisien (dari segi kekompleksan masa) untuk suatu algoritma untuk mencari perubahan cuaca yang mempunyai kebarangkalian paling tinggi. (30/100)
- (c) Nyatakan perubahan cuaca yang mempunyai kebarangkalian paling tinggi dari Isnin ke Khamis. (20/100)
- (d) Terang perubahan pada algoritma yang dicadangkan jika anda ingin mencari n siri perubahan cuaca. (30/100)

2. Anda ingin mereka satu sistem penjadualan tugas untuk sebuah sistem operasi. Sistem penjadualan tugas memberikan keutamaan yang lebih tinggi kepada tugas yang boleh selesai dalam waktu yang lebih pendek, dan tugas yang telah lama tertunda. Contoh senarai tugas adalah seperti di bawah.

Id Tugas	Masa pelaksanaan (sec)	Masa menunggu (sec)
1	30	10
2	5	2
3	15	4
4	45	15
5	10	8
6	20	5

- (a) Anggap yang sistem penjadualan tugas melaksanakan satu tugas pada sesuatu masa secara turutan.
- (i) Cadang dan terang satu algoritma untuk sistem penjadualan tugas.  
(30/100)
- (ii) Hurai bagaimana tugas di dalam senarai di atas akan diisih oleh algoritma yang dicadangkan dalam urutan menurun.  
(20/100)
- (b) Anggap sistem operasi boleh menggunakan 2 pemproses pada suatu masa. Cadang dan terang dengan terperinci suatu algoritma yang boleh melaksanakan tugas dalam masa terpendek. Berikan beberapa contoh untuk menunjukkan algoritma tersebut berjalan.  
(50/100)

3. ABC Sdn. Bhd telah melaksanakan sebuah projek dengan tujuan pemasangan paip gas ke mesin-mesin utama untuk sebuah industri kimia. Susunan kedudukan tujuh mesin iaitu P1, P2, P3, ... P7 dan kos yang berkaitan dengan laluan paip antara mesin dipaparkan dalam graf berikut, katakanlah G.



Dalam graf tanpa arah di atas, kita dapat melihat bahawa terdapat beberapa laluan yang lebih mahal dan ada yang yang lebih murah. Variasi kos ini disebabkan oleh faktor-faktor seperti penggunaan pelbagai peralatan canggih perlu dikerahkan kerana pelbagai tingkatan pendalaman, menghapuskan hambatan antara laluan dan jumlah tenaga kerja yang terlibat.

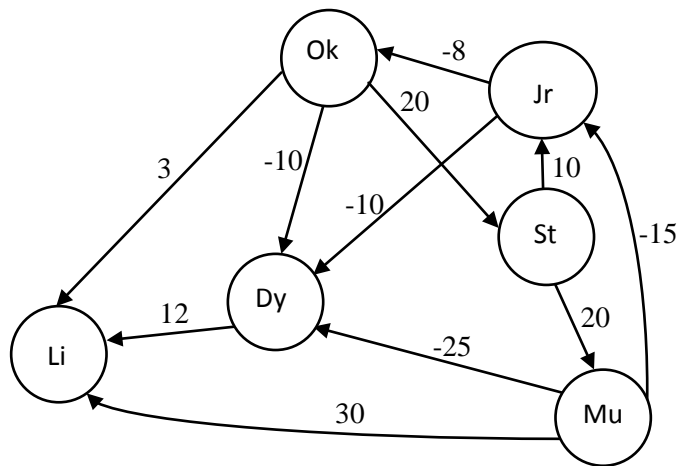
*Sebuah pohon rentang* untuk grafik tertentu G1, akan menjadi subgraf untuk G1 yang tidak mempunyai kitaran tapi masih mengandungi semua simpul untuk G1. Kemungkinan terdapat beberapa pohon rentang. *Pepohon Rendah Minimum* (MST) akan menjadi salah satu yang memberikan jumlah kos terendah. Masalah kita di sini adalah untuk merancang dan menganalisis suatu algoritma MST yang sesuai untuk ABC Sdn. Bhd.

- (a) Terang dengan jelasnya Algoritma Kruskal (KR-AL) dengan perkataan mudah, algoritma tersebut yang boleh memproses grafik dan output MST graf (senaraikan langkah demi langkah). (20/100)
- (b) Reka satu pseudokod untuk KR-AL yang mempunyai kurang daripada 20 baris. Anda perlu menomborkan setiap baris pseudokod tersebut. (30/100)
- (c) Gunakan KR-AL secara sistematik untuk graf G di atas. (Rujuk graf dan senario yang diberikan pada awal soalan ini.) Gambarkan bagaimana MST dibina tahap demi tahap dengan carta dan jadual yang sesuai. (40/100)

- (d) Laksanakan satu analisis kekompleksan untuk KR-AL menggunakan notasi *big O*.

(10/100)

4. Graf berarah berikut mempunyai sisi di mana pemberatnya mempunyai nilai negatif dan positif.



- (a) Cadang dan terang satu algoritma yang sesuai untuk mencari laluan terpendek untuk semua verteks dari nod mula (St). Algoritma tersebut boleh juga digunakan untuk sisi yang pemberat bernilai negatif.

(20/100)

- (b) Reka satu pseudokod yang berkesan untuk algoritma yang dicadangkan dalam 4(a) di atas dengan tidak lebih daripada 20 baris. Anda perlu menomborkan setiap baris dalam pseudokod anda.

(30/100)

- (c) Aplikasikan secara sistematik algoritma yang dicadangkan dalam 4(a) dengan graf yang diberikan (rujuk pada graf yang diberikan pada awal soalan ini). Gambarkan bagaimana laluan terpendek antara setiap nod dikemaskini dalam pelbagai laluan algoritma.

(40/100)

- (d) Laksanakan analisis kekompleksan untuk algoritma yang dicadangkan dengan menggunakan notasi *big O*.

(10/100)