
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
[Peperiksaan Semester Kedua]

Academic Session 2007/2008
[Sidang Akademik 2007/2008]

April 2008

CMT324/CMT315 – Computer Graphics & Visual Computing
[Grafik Komputer & Perkomputeran Visual]

Duration : 2 hours
[Masa : 2 jam]

INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:
[ARAHAN KEPADA CALON:]

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

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

- Answer any **FOUR (4)** questions.

*[Jawab mana-mana **EMPAT (4)** soalan.]*

- Where an algorithm or coding is asked for, you may write in any suitable pseudocode. Correct syntax for any programming language is not expected.

[Anda boleh menulis kod/algortma/atur cara dalam sebarang pseudokod yang sesuai. Sintaks yang tepat bagi sebarang bahasa pengaturcaraan tidak diperlukan.]

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

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

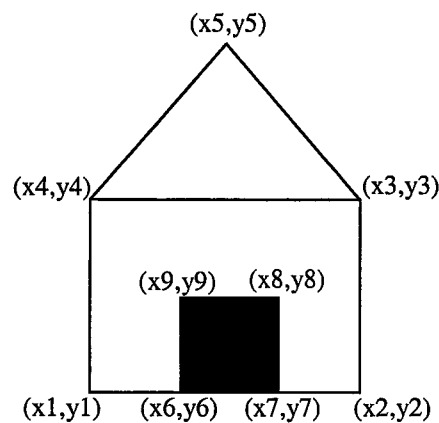
1. (a) *Cathode Ray Tube (CRT)* is the earliest graphics display technology that has been widely used since the beginning until today. It is continue to be popular despite the limitations it possesses.
- (i) Write a short notes about CRT peripheral device highlighting on how it work.
 - (ii) List down the main drawbacks of CRT display technology.
 - (iii) How far are the latest flat screen display technology likes LCD and Plasma addresses the limitations identified in Question 1(a)(ii) above.

(30/100)

- (b) Assume a colour frame buffer can store up to 256 colours in one go and it has a resolution of 512x512 pixels.
- (i) Give the size in bytes required to store the entire pixels on the colour frame buffer. Assume that each pixel has equal height and width.
 - (ii) How long does it take to load these pixels if 10 bytes is transferred per second? Assume a non-interlaced mode is used to transfer these pixels.
 - (iii) If an application requires more colours than the ones supported by this colour frame buffer, describes how this requirement can be addressed by the colour frame buffer.

(40/100)

- (c) Write fragments of OpenGL instructions to produce the following object.



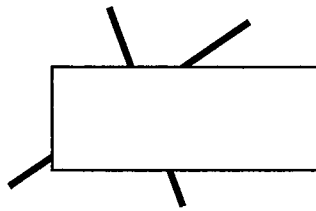
(30/100)

2. (a) OpenGL is lacking in supporting the APIs for input interaction, instead these facilities are provided via an auxiliary library known as GLUT (Graphics Library Utility Toolkits).
- (i) Describe the roles of GLUT (including support of non-input interaction).
- (ii) Identify at least **one (1)** limitation and **one (1)** good point about GLUT library in handling aspects of input interaction in graphics programming.
- (30/100)
- (b) Double buffer is quite handy for achieving good animation in OpenGL. Explain what would have happened to your graphics animation if you do not use double buffers. Why is that the case?
- (20/100)
- (c) Write a brief notes about each basic transformation concept below:
- Frame
 - Coordinate System
- (10/100)
- (d) A 2D line has the following endpoints (1,1) and (1,3). A series of transformations is needed so that the endpoint (1,1) will be located at point (1,0) and the line's length is increased by 2. The line is still parallel to y axis after the transformations.
- (i) Provide OpenGL function calls that performed the stated transformations.
- (ii) If your answer in 2(d)(i) above requires three OpenGL function calls (function call related to transformation), find an answer that only requires two function calls. On the other hand, if your answer in 2(d)(i) used only two OpenGL function calls, find an answer that requires three OpenGL function calls to perform the equivalent transformations.
- (40/100)

3. (a) The following questions are related to the concept of *projection* in OpenGL.
- (i) Briefly state your understanding of *orthographic* projection, *oblique* projection and *perspective* projection.
 - (ii) Parallel oblique, perspective and other types of projections can be simplified into orthographic projection via a process known as *projection normalization*. State the steps involve in projection normalization.
- (30/100)
- (b) In OpenGL, `GL_MODELVIEW`'s matrix mode is activated to set transformation either to *object/model* or *synthetic camera*. Discuss your understanding of the differences between these two types of transformation if we are using basic transformation functions such as `glTranslate()` and `glRotate()`.
- (20/100)
- (c) Shading model is often used to compute the intensity of pixels in the visible part of the image. The two core components of shading model are the *light sources* and the *materials* that can be attached to the object. Using *Phong Reflection Model* (PRM) as our example, provide brief answers to the following questions:
- (i) List the light source types and materials used by PRM to compute the pixel intensity
 - (ii) For each light source and material you identified in 3(c)(i) above, state your opinion of why they were chosen by PRM or in other words, what impact/aspect that each light source or material is trying to simulate/contribute in the computation of pixel intensity.
- (30/100)
- (d) *Flat* (or *Constant*) shading is the simplest (and fastest) way to shade a polygon. Explain how it works, and highlights the major drawbacks of this shading method.
- (20/100)

4. (a) The following questions revolve around the *Cohen-Sutherland* (CS) line clipping algorithm:

- (i) Draw the *nine* regions used by CS algorithm and label clearly each region with the appropriate *outcode*. Explain the meaning of each bit in the identified outcodes in each region.
- (ii) You are required to modify CS line clipping algorithm to clip and remove lines that are **inside** the clipping window. The following schematic drawing illustrate the problem:



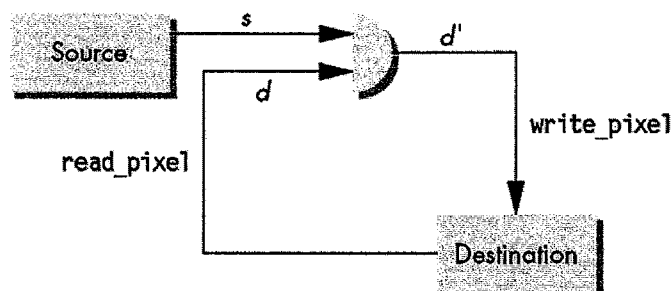
(35/100)

(b) Polygon is an object created from a series of vertices formed in a particular order. Polygon has an inside area that needed to be filled with certain colour and pattern.

- (i) Chose **one (1)** approach to determine if a given point is inside or outside polygon. Explain how this approach works.
- (ii) One of the simplest approaches to fill area inside a single polygon is the *flood fill* algorithm. Using a suitable example, explain how this flood fill algorithm fills an area inside a polygon. State the pre-requisites needed for the algorithm to function properly.

(33/100)

(c) The following diagram shows a pixel writing model to a buffer:



- (i) Give explanation on how the writing model functions. States in your answer several modes of bit writing (assuming we are writing to a bitmap).
- (ii) If we are using RGBA colour model to store in the pixel, expand the writing model diagram above so that the alpha component – A from the RGBA colour model is used in the pixel writing process.

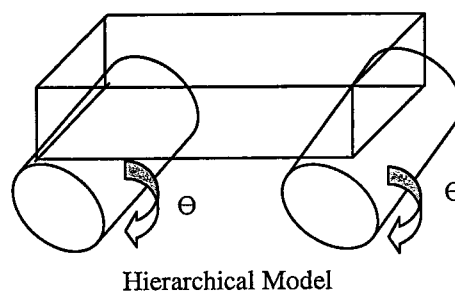
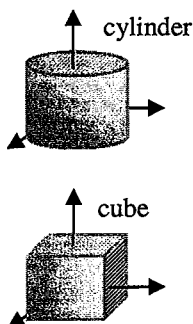
(32/100)

5. (a) (i) How do the **four (4) control points** control a Bézier curve? Draw a Bézier curve as well as the four control points. The drawing must show the role of the control points. What is the importance of the *convex hull*? Show the convex hull in your sketch.
- (ii) A nice property of *affine* transformations is that they are linear i.e. a line can be transformed based on their endpoints only to generate the line at new position and orientation. What implication does this have on the transformation and rendering of lines and curves defines by control points, e.g. splines and Bézier curves.

(30/100)

- (b) Refer to the hierarchical model in the diagram below. This hierarchical model is formed from two basic symbols which are *cylinder* and *cube*, each of which has been defined in their own coordinate system (refer to the same diagram). The *symbol-instance* table provides the details of transformation instructions as applied to the basic symbols to form the hierarchical model.

Symbol	Scaling	Rotation	Translation
Badan (Body)	(5.0,2.0,2.0)	-	(0.0,1.0,0)
Roda depan (Front Wheel)	(2.0,2.0,2.0)	(90,1.0,0.0,0.0),(Θ ,0.0,0.0,1.0)	(4,0.0,0.0)
Roda belakang (Rear Wheel)	(2.0,2.0,2.0)	(90,1.0,0.0,0.0),(Θ ,0.0,0.0,1.0)	-



- (i) Draw the tree structure of the above hierarchical model to show the relationship between the main components of the hierarchical model.
- (ii) What are the advantages of using the *instance transformation* in modeling this hierarchical model?
- (iii) Write OpenGL code segments to perform respective instance transformation to create the hierarchical model. Please use the information of the transformation as provided in the *symbol-instance* table.

(40/100)

- (c) What is programmable shader? What advantages does it bring into the existing fixed-function pipeline?

(30/100)

KERTAS SOALAN DALAM VERSI BAHASA MALAYSIA

[CMT324/CMT315]

- 8 -

1. (a) *Tiub Sinaran Katod* (CRT) merupakan peranti paparan grafik paling awal digunakan secara meluas dari dahulu sehingga kini. Teknologi paparan jenis ini terus popular walaupun terdapat beberapa kekurangannya.

(i) Tuliskan satu catatan ringkas tentang peranti CRT dengan menerangkan bagaimana peranti ini beroperasi.

(ii) Senaraikan keburukan utama teknologi paparan CRT.

(iii) Sejauh manakah teknologi paparan panel-rata seperti LCD atau Plasma memperbaiki keburukan yang anda berikan dalam Soalan 1(a)(ii) di atas?

(30/100)

(b) Andaikan sebuah penimbal kerangka warna (colour frame buffer) boleh menyimpan 256 warna secara serentak dan mempunyai peleraian 512x512 piksel.

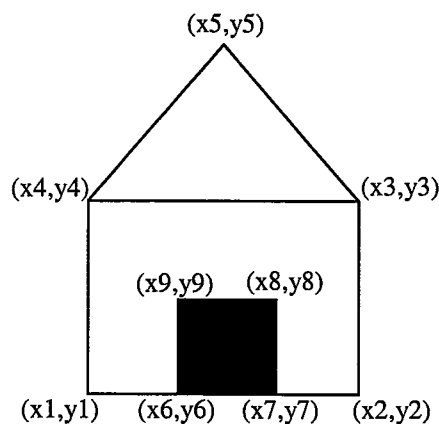
(i) Berikan saiz dalam bait yang diperlukan untuk menstor keseluruhan piksel-piksel dalam penimbal kerangka warna tersebut. Anggap lebar dan tinggi setiap piksel adalah sama.

(ii) Berapa lamakah masa yang diambil untuk memuatkan piksel-piksel ini jika 10 bait boleh dipindahkan sesaat? Anggap kaedah perpindahan tidak selangseli (noninterlaced) digunakan.

(iii) Jika satu aplikasi perlu menggunakan pelbagai warna melebihi apa yang mampu disimpan oleh penimbal kerangka warna di atas, terangkan bagaimana keupayaan ini boleh ditangani oleh penimbal kerangka warna ini.

(40/100)

(c) Tuliskan cebisan arahan OpenGL untuk menghasilkan lakaran objek berikut.



(30/100)

...9/-

2. (a) OpenGL tidak menyediakan API untuk interaksi input, sebaliknya kemudahan API tersebut disediakan menerusi perpustakaan sokongan yang dikenali sebagai GLUT (Graphics Library Utility Toolkits).

(i) Jelaskan fungsi GLUT (termasuk kemudahan selain interaksi input).

(ii) Kenal pasti sekurang-kurangnya **satu (1)** kelemahan dan **satu (1)** kebaikan penggunaan perpustakaan GLUT untuk menangani aspek interaksi input dalam pengaturcaraan grafik.

(30/100)

(b) Penimbal berganda adalah satu kemudahan yang boleh digunakan untuk menghasilkan satu animasi grafik yang baik dalam OpenGL. Jelaskan apa yang terjadi pada animasi grafik jika kita tidak menggunakan penimbal berganda. Mengapa keadaan tersebut berlaku?

(20/100)

(c) Tuliskan catatan ringkas bagi setiap konsep transformasi asas di bawah:

- Kerangka (Frame)
- Sistem Koordinat (Coordinate System)

(10/100)

(d) Satu garis di dalam ruang 2 matra (2D) mempunyai dua titik hujung (1,1) dan (1,3). Satu siri transformasi perlu dilakukan supaya titik hujung (1,1) berada di titik (1,0) dan panjang garis adalah dua (2) kali lebih panjang. Garis ini tetap selari dengan paksi y setelah transformasi berkenaan dilakukan.

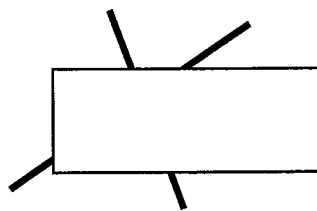
(i) Berikan panggilan-panggilan perintah OpenGL untuk melakukan transformasi gubahan berkenaan.

(ii) Jika jawapan anda pada bahagian 2(d)(i) di atas memerlukan tiga perintah OpenGL (merujuk kepada perintah transformasi), dapatkan jawapan yang hanya memerlukan dua perintah OpenGL. Sebaliknya, jika jawapan anda pada bahagian 2(d)(i) di atas memerlukan dua perintah OpenGL sahaja dapatkan jawapan yang memerlukan tiga perintah OpenGL untuk melakukan transformasi yang setara.

(40/100)

3. (a) Soalan ini berkisar tentang konsep *unjuran* dalam OpenGL.
- (i) Nyatakan dengan ringkas apa yang anda faham dengan unjuran *ortografik*, unjuran *serong* dan unjuran *perspektif*.
 - (ii) Unjuran selari serong, unjuran perspektif dan pelbagai unjuran lain boleh dipermudahkan kepada unjuran ortografik melalui proses yang dikenali sebagai unjuran *penormalan*. Nyatakan langkah-langkah yang terlibat dalam proses penormalan ini.
- (30/100)
- (b) Dalam OpenGL mod matrik `GL_MODELVIEW` digunakan sama ada untuk melakukan transformasi ke atas *model/objek* atau transformasi ke atas *kamera sintetik*. Bincang pemahaman anda terhadap perbezaan antara dua jenis transformasi ini jika fungsi-fungsi asas transformasi seperti `glTranslate()` dan `glRotate()` digunakan.
- (20/100)
- (c) Model pelorekan sering diguna untuk menghitung keamatan pada piksel yang boleh dilihat pada imej. Dua komponen asas dalam model pelorekan adalah sumber cahaya dan ciri-ciri bahan yang boleh dikenakan ke atas objek/model. Menggunakan *Model Pantualan Phong* (MPP) sebagai contoh, beri jawapan ringkas bagi soalan-soalan berikut:
- (i) Senaraikan jenis-jenis sumber cahaya dan ciri-ciri bahan yang digunakan oleh MPP untuk menghitung keamatan piksel.
 - (ii) Untuk setiap sumber cahaya dan ciri-ciri bahan yang anda kenalpasti dalam 3(c)(i) di atas, beri pendapat anda mengapa mereka jadi pilihan MPP atau dalam kata lain kesan/aspek apa yang cuba disimulasi/disumbang oleh setiap sumber cahaya atau ciri-ciri bahan ke atas perhitungan keamatan piksel.
- (30/100)
- (d) Pelorekan *rata* (atau *malar*) adalah cara yang paling mudah (dan pantas) untuk melorek sebuah poligon. Terangkan bagaimana kaedah ini berjalan, dan tonjolkan kelemahan ketara kaedah pelorekan ini.
- (20/100)

4. (a) Soalan ini berkisar tentang algoritma pengeratan garis *Cohen-Sutherland* (CS):
- Lakarkan *sembilan* kawasan (regions) yang digunakan oleh algoritma CS serta labelkan setiap kawasan dengan *kod-luar* (outcode) yang bersesuaian. Jelaskan maksud setiap bit dalam kod-luar yang dikenalpasti.
 - Anda dikehendaki mengubahsuai algoritma pengeratan garis CS untuk mengerat dan membuang garis yang berada di **dalam** kotak pengerat. Lakaran skematik berikut menggambarkan keadaan ini:

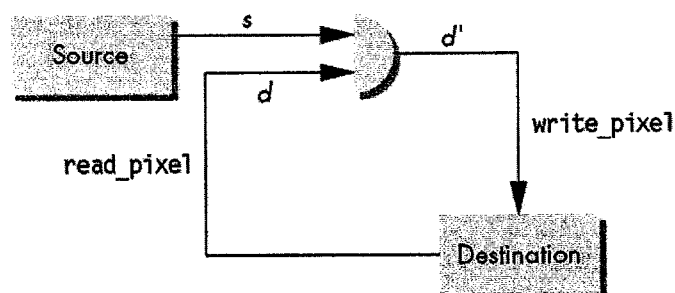


(35/100)

- (b) Poligon adalah satu objek yang dibentuk dari jujukan bucu-bucu mengikut aturan tertentu. Poligon juga mempunyai kawasan dalam yang perlu diisi dengan warna atau corak tertentu.
- Pilih **satu (1)** kaedah untuk menentukan sama ada sesuatu titik itu berada di dalam atau di luar poligon. Jelaskan bagaimana kaedah itu berfungsi.
 - Satu kaedah mudah untuk mengisi kawasan dalam sebuah poligon adalah algoritma pengisian *isi banjir* (flood fill). Menggunakan contoh yang bersesuaian terangkan bagaimana kaedah isi banjir mengisi kawasan dalam poligon. Nyatakan juga pra-syarat yang perlu ada sebelum algoritma ini dapat berfungsi dengan betul.

(33/100)

- (c) Gambar rajah berikut menunjukkan model penulisan piksel ke atas penimbal (buffers):



- (i) Beri penjelasan bagaimana model penulisan ini berfungsi. Nyatakan dalam jawapan anda mod-mod penulisan bit (anggap penulisan dilakukan ke atas peta-bit) yang biasa digunakan.
- (ii) Jika kita menggunakan model warna RGBA untuk disimpan pada piksel, kembangkan gambar rajah model penulisan piksel di atas supaya komponen A – *Alpha* dalam model warna RGBA digunakan dalam proses penulisan piksel.

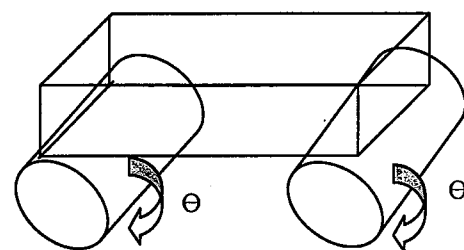
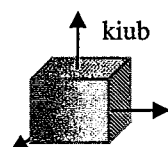
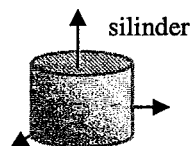
(32/100)

5. (a) (i) Bagaimana **empat** (4) titik kawalan mempengaruhi lengkung Bézier? Lakarkan lengkung Bézier berserta dengan empat titik kawalannya. Lakaran anda seharusnya menggambarkan pengaruh setiap titik kawalan ke atas lengkung. Apakah pula kepentingan *hull cembung* (convex hull)? Tunjukkan hull cembung dalam lakaran anda.
- (ii) Salah satu kebaikan *transformasi afin* (affine) adalah kerana sifat linear-nya, contohnya transformasi ke atas titik-titik hujung garis memadai untuk menjana garis tersebut dikedudukan atau orientasi baru selepas transformasi. Apakah implikasinya ke atas transformasi dan persembahan (rendering) garis dan lengkung yang didefinisikan oleh titik-titik kawalan, contohnya lengkung Splin atau Bézier.

(30/100)

- (b) Rujuk gambar rajah model berhirarki berikut di bawah. Model berhirarki ini dibentuk daripada dua simbol asas iaitu *silinder* dan *kiub* yang telah dimodelkan dalam sistem koordinat objek masing-masing (rujuk rajah yang sama). Jadual *simbol-ketikaan* memberi perincian arahan transformasi yang dilakukan ke atas simbol-simbol asas untuk membentuk model berhirarki tersebut.

Simbol	Skala	Putaran	Translasi
Badan (Body)	(5.0,2.0,2.0)	-	(0.0,1.0,0.0)
Roda depan (Front Wheel)	(2.0,2.0,2.0)	(90,1.0,0.0,0.0),(Θ ,0.0,0.0,1.0)	(4,0.0,0.0)
Roda belakang (Rear Wheel)	(2.0,2.0,2.0)	(90,1.0,0.0,0.0),(Θ ,0.0,0.0,1.0)	-



Model Berhirarki

- (i) Lakar struktur pepohon untuk menunjukkan hubung kait antara komponen-komponen utama model berhirarki ini.
- (ii) Apakah kebaikan penggunaan *transformasi ketikaan* (instance) dalam pemodelan objek berhirarki ini?
- (iii) Tulis keratan kod OpenGL untuk melakukan transformasi ketikaan yang berkenaan untuk membentuk objek berhirarki tersebut. Sila guna perincian transformasi dalam jadual *simbol-ketikaan* untuk tujuan ini.

(40/100)

- (c) Apakah yang dimaksudkan dengan *pelorek teratur cara*? Apakah kelebihan yang dibawa oleh pelorek ini jika dibandingkan dengan talian paip fungsi-tetap?

(30/100)