

האוניברסיטה העברית בירושלים
ביה"ס להנדסה ומדעי המחשב

מבחן בגרפיקה ממוחשבת
קורס מס' 67609

תאריך: 16.4.2008
זמן: 2.5 שעות

מועד א' תשס"ח
המרצה: פרופ' דני לישצ'ינסקי

ענו על כל השאלות בחלק א' וכן על שלוש מתוך ארבע השאלות בחלק ב'. נסחו את תשובותיכם באופן מדויק ובהיר ככל האפשר. המבחן הוא בחומר סגור – אין להשתמש בשום חומר עזר. לא תינתנה שום הארכות בזמן המבחן – אנא תכננו את חלוקת הזמן לשאלות בהתאם.

חלק א' (40 נקודות)

עבור כל אחת מן הטענות הבאות, רשמו האם הטענה נכונה או לא נכונה לדעתכם, בתוספת נימוק שאורכו רצוי שלא יעלה על משפט אחד (2 שורות). ערך כל תשובה נכונה: 2 נקודות.

1. ✓ מרחב ה-CIE XYZ איננו אחיד מבחינה תפישית משום שהנקודה המייצגת את הצבע הלבן איננה נמצאת במרכז הדיאגרמת ה-chromaticity.
2. ✓ הזווה תלת-מימדית היא איננה טרנספורמציה ליניארית על מרחב וקטורי תלת-מימדי.
3. ✓ אחת הסיבות לשימוש בדיו רביעי (K) במדפסות CMYK היא שתוספת דיו זה מגדילה את גאמוט הצבעים של המדפסת.
4. ✓ שלושת המקדמים הראשונים של משוואת המישור ($Ax + By + Cz + D = 0$) מגדירים את כיוון הנורמל למישור.
5. ✓ עקום Bezier המוגדר ע"י $n+1$ נקודות בקרה ניתן לייצוג מדויק ע"י n עקומי Bezier ממעלה 3.
6. ✓ ניתן לומר שאלגוריתם ה-Ray Casting להסרת משטחים נסתרים הוא אלגוריתם Object-precision.
7. ✓ כל אחד מתאי ה-Cones בעין האנושית רגיש לאורך גל בודד בתחום הנראה.
8. ✓ רגישות מערכת הראיה האנושית לאורכי גל בסביבות 450 ננומטר קטנה בהרבה מזו לאורכי הגל בסביבות 600 ננומטר.
9. ✓ השפה של ה-CIE chromaticity diagram מכילה אך ורק צבעים ספקטראליים טהורים.
10. ✓ במרחב אפני למכפלה סקלרית (מכפלה פנימית) יש משמעות גיאומטרית מוגדרת היטב, הן עבור וקטורים והן עבור נקודות.

סוקר וויס יר

11. במרחב ה-Lab קואורדינטת ה-a מתארת את דרגת הרוויה של הצבע.
12. ניתן להשיג אפקט של גזירה shearing על ידי סדרה של רוטציות וסילומים אחידים (uniform scaling).
13. חישוב נקודה על גבי עקום Bezier באמצעות אלגוריתם de Casteljau מצריך שישה חישובים של אינטרפולציה ליניארית.
14. ב-OpenGL שלב ה-View frustum clipping מתבצע מיד לאחר ההכפלה במטריצת הפרספקטיבה משום שאז כל הקואורדינטות הינן בתחום $[-1, 1]$.
15. עקום Bezier קובי ניתן להגדרה באמצעות מטריצה 4×4 של מקדמי פולינומים. באופן דומה, ניתן להגדיר עקום Bezier ממעלה רביעית באמצעות מטריצה 5×5 .
16. אלגוריתם ה-Ray tracing שגלמד בקורס מייצר תמונות המתאימות להטלת פרספקטיבה.
17. כל מה שצריך על מנת לייצר צללים באלגוריתם ה-Ray tracing הוא פרדיקט בוליאני הקובע האם קרן ואובייקט נחתכים.
18. Phong shading הוא אלגוריתם יעיל יותר מאשר Gouraud shading מכיון שאינו מצריך ביצוע אינטרפולציה של צבעים בין הקודקודים.
19. בהטלת פרספקטיבה ייתכנו לכל היותר שלוש נקודות מגוז (vanishing points).
20. ניפוי פאות אחוריות (Back face culling) הינו שימושי רק כאשר החומרה אינה תומכת ב-Z-buffer.

חלק ב' (60 נקודות)

ענו על שלוש מתוך ארבע השאלות הבאות. יינתנו נקודות גם על תשובות חלקיות, לכן יש להסביר ולנמק את דרך החשיבה.

1. טרנספורמציות (20 נקודות)

- א. נתונים שני משולשים ב-2D המוגדרים באמצעות קודקודיהם: משולש ABC ו-DEF. האם ניתן למצוא טרנספורמציה T המעתיקה את המשולש הראשון על השני (כלומר, $TA=D$, $TB=E$, $TC=F$), ואם כן כיצד?
- ב. תהי X נקודה בתוך המשולש ABC, אשר הקואורדינטות הבאריצנטריות שלה הן (α, β, γ) . מה ניתן לומר על שלושת הקואורדינטות הנ"ל?
- ג. תהי Y נקודה בתוך המשולש DEF, כך שמתקיים $TX=Y$. בטא את Y באמצעות הנקודות D, E ו-F.

II. מודלי תאורה (Lighting and Shading) (20 נקודות)

בדיאגרמה הבאה מסומנים משטח מישורי, מקור אור נקודתי (בכוכב), ומיקום הצופה:



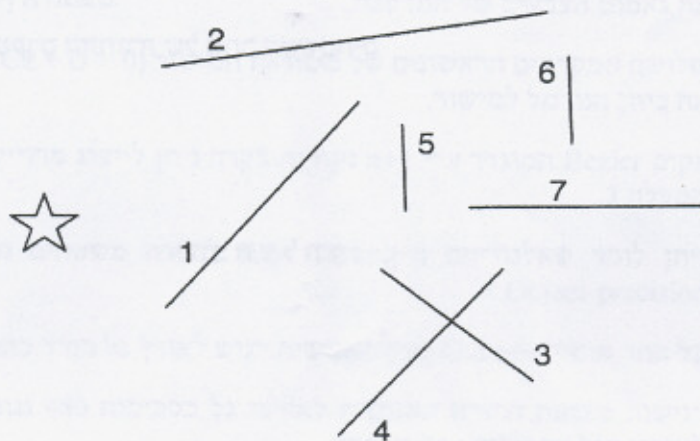
א. בהנחה שהמשטח הינו דיפוזי (למברטי), היכן ע"ג המשטח תהיה עוצמת האור המוחזר לעבר הצופה מקסימלית?

ב. בהנחה שהמשטח הינו ספקולרי ומחזיר אור לפי מודל התאורה של Phong, היכן ע"ג המשטח תהיה עוצמת האור המוחזר לעבר הצופה מקסימלית?

ג. דמיינו משטח רטרו-רפלקטיבי, כלומר כזה שבו מרבית האור המוחזר ממנו מוחזר באותו הכוון שממנו הוא הגיע למשטח. יחד עם זאת, כמות האור שהמשטח מחזיר פוחתת ככל שהזווית בין הכוון למקור האור לבין הנורמל גדלה. כדוגמה למשטחים כאלה תחשבו על תמרורים בכבישים. הציעו מודל תאורה הדומה למודל התאורה של Phong שיתאר (באופן איכותי בלבד) משטחים כאלה.

III. הסרת משטחים נסתרים ועצי BSP (20 נקודות)

נתונה הסצנה המופיעה בשרטוט (אוסף סגמנטים במישור). לכל סגמנט יש תווית (מספר) שמופיעה מצדו החיובי של הסגמנט.



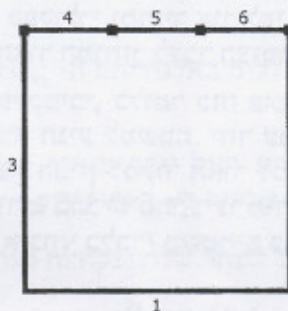
א. במהלך בניית עץ BSP נבחרים הסגמנטים לפי התוויות שלהם (בסדר מספרי עולה). צייר את העץ המתקבל בתום תהליך הבנייה. אם יש צורך לחתוך סגמנט זה או אחר לחלקים, ציינו זאת ותנו תוויות חדשות לכל חלק: למשל, אם מפצלים את סגמנט 9, אז שמות החלקים יהיו 9א ו-9ב.

ב. רשמו את הסדר שבו נעבור על הסגמנטים השונים במעבר back-to-front ביחס למיקום צופה המסומן בכוכב בשרטוט.

ג. האם ניתן לבצע הסרת משטחים נסתרים בסצינות שאינן בנויות מפוליגונים באמצעות אלגוריתם ה-Z-buffer, מבלי לקרב את המשטחים ע"י פוליגונים תחילה? הסבר בקצרה.

IV. Radiosity (20 נקודות)

נתונה הסצינה המופיעה בשרטוט (זהו פשוט ריבוע שאחת הצלעות שלו מחולקת לשלושה חלקים שווים). כל מספר מציין אלמנט. ניתן להניח כי מקור האור היחיד הינו אלמנט מספר 5, שהפליטה שלו הינה E_5 . מקדם ההחזרה של כל אלמנט הוא ρ_i .



א. נתונים ערכי ה-Form factors הבאים: $F_{3,4} = 0.1$, $F_{3,5} = 0.12$, $F_{3,6} = 0.08$. חשב (אין צורך בביצוע אינטגרלים!) את ערכי ה-Form factors הבאים: $F_{3,2}$, $F_{3,1}$, $F_{4,3}$, $F_{4,6}$.

ב. רשום את המשוואה (עם מקדמים מספריים במידת האפשר) עבור B_3 (ערך ה-Radiosity של אלמנט מספר 3).

ג. אילו חישובים יהיה צורך לבצע מחדש ע"מ לעדכן את הפתרון במקרים הבאים:

i. הזזת נקודת המבט

ii. שינוי במקדם ההחזרה של אחד המשטחים

בהצלחה!