

האוניברסיטה העברית בירושלים
ביה"ס להנדסה ומדעי המחשב

מבחן בגרפיקה ממוחשבת

קורס מס' 67609

תאריך: 19.3.2010
זמן: 2.5 שעות

מועד ב' תש"ע
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 קראו את כל השאלות בהתחלה ותכננו 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. ב-OpenGL אין דרך לדמות השתקפות של הסביבה על אובייקט.
2. מעבר ליכולת השליטה על החומרה הגרפית, מציעה OpenGL גם יכולות GUI בסיסיות.
3. נתון פסאודוקוד המצייר את הישר $y = ax + c$ (בקטע שבין x_{min} ל- x_{max} ברביע הראשון):

```
for x = xmin to xmax  
    setPixel(x, round(ax+c))  
endfor
```

היתרון של אלגוריתמים יותר מורכבים, כמו זה של ברזנהם, על פני האלגוריתם הנ"ל, הוא במהירות, ולא באיכות התוצאה.
4. נתון מודל פוליגונלי. אם ברצוננו לקבל מראה לא חלק המדגיש את המעברים בין הפאות, עלינו להשתמש ב- $flat shading$ ולא ב- $Phong$ או $Gouraud shading$.
5. טקסטורות פרוצדורליות מצריכות בהכרח שימוש בפונקציית רעש.
6. ב-vertex shader אפשר להתעלם (למחוק) קודקודים ע"י פעולת ה- $discard$, וב-fragment shader ניתן למחוק פרגמנטים באופן דומה.
7. ה-linkage של ה-shader programs חייב להבצע מחדש בכל פעם שמריצים את תוכנית ה-OpenGL המשתמשת בהם.
8. באמצעות shader programs לא ניתן לשנות את סוג ההטלה המופעלת על האובייקטים בסצינה. יש לעשות זאת רק ע"י הקריאות המתאימות של OpenGL.
9. הסרת משטחים בשיטת ה-Z-buffer תבצע רסטריזציה לפחות פוליגונים מאשר Painter's algorithm.
10. נתון עץ BSP שנבנה עבור סצינה כלשהי. אם רוצים להוסיף אובייקט חדש לסצינה יש לבנות את העץ מחדש.

11. תאי ה-cones בעין רגישים הרבה פחות מתאי ה-rods ולכן בלילה קשה לנו יותר להבחין בין צבעים שונים.
12. שני ספקטרומים שונים מתאימים לשתי נקודות שונות בדיאגרת ה-chromaticity.
13. המעבר ממרחב CIE XYZ למרחב ה-CIE Lab איננו ליניארי ולפיכך איננו הפיך.
14. n עקומי Bezier ממעלה 3 המחברים זה לזה באופן רציף ניתנים להצגה מדויקת על ידי עקום Bezier אחד ממעלה $3n$.
15. בייצוג המטריציוני של עקומי Hermite ארבעת השורות מכילות מקדמים של פולינומים ממעלה 3 המהווים בסיס למרחב כל הפולינומים ממעלה זו.
16. בסכימת subdivision המשקלות ב-mask המגדיר את שלב המיצוע חייבות להסתכם ל-1.
17. באלגוריתם ה-Ray tracing שנלמד בתרגיל לא נוכל לקבל את האפקט של פיצול אור לבן לצבעי הקשת (כאשר האור עובר דרך מנסרה).
18. מקורות אור נקודתיים ומקורות אור כיווניים אינם מסוגלים לגרום לצללים רכים.
19. שתיים מן הסיבות לשימוש בדיו רביעי (K) במדפסות CMYK היא שתוספת דיו זה מגדילה את הקונטרסט של המדפסת ומקטינה את כמות הדיו הנצרך.
20. הטלת פרספקטיבה מוגדרת היטב לכל נקודה במרחב פרט למרכז ההטלה עצמו.

חלק ב' (60 נקודות)

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

I. טרנספורמציות (20 נקודות)

- א. רשמו את התכונות של טרנספורמציות אפיניות שנלמדו בכיתה.
- ב. מצאו את הטרנספורמציה המעבירה את מערכת הצירים הקאנונית (ראשית ב- $(0,0,0)$) וצירים $(0,1,0)$, $(0,0,1)$, $(1,0,0)$ למערכת שראשיתה בנקודה $O = (O_x, O_y, O_z)$ וציריה הם שלושה וקטורים כלשהם (ב"ת ליניארית) $U = (U_x, U_y, U_z)$, $V = (V_x, V_y, V_z)$, $W = (W_x, W_y, W_z)$.
- ג. הסבירו במה שונה אופן הפעלת הטרנספורמציות האפיניות על וקטור רגיל מהפעלתן על נורמל. אילו טרנספורמציות פועלות באופן זהה על וקטורים ועל נורמלים?

II. שיידרים (shaders) ומיפוי מרקמים (20 נקודות)

- א. הסבר את משמעות המילים השמורות in, out, inout ב-GLSL.
- ב. תארו את מנגנון ה-mip-mapping במיפוי טקסטורות. אילו בעיות נועד המנגנון לפתור, אילו ארטיפקטים (visual artifacts) הוא יכול ליצור, ומה הדרך להתגבר עליהם.

ג. רוצים לרנדר (ב-OpenGL) סצינה תלת מימדית עם האפקט הבא: אובייקטים הקרובים למצלמה יותר ממרחק נתון כלשהו יהיו בפקוס (חדים) ואילו אובייקטים רחוקים יותר יהיו מטושטשים (לא בפקוס) כאשר מידת הטשטוש גדלה באופן הדרגתי עם המרחק. הצע שיטה לקבל את האפקט הנ"ל.

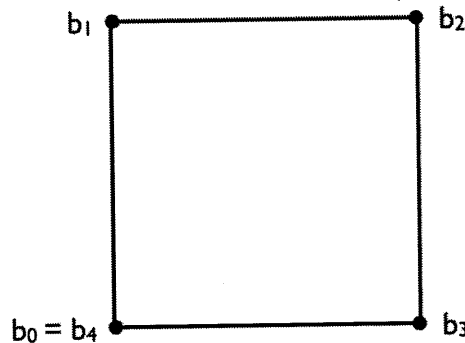
III. עקומות ומשטחים (20 נקודות)

א. עקום Bezier נתון ע"י המשוואה הפרמטרית הבאה: $C(t) = \sum_{i=0}^n \binom{n}{i} t^i (1-t)^{n-i} b_i$. מנו

והסבירו בקצרה שש תכונות (שנלמדו בכיתה) של עקומי Bezier.

ב. רשום את הביטוי הכללי עבור הווקטור המשיק לעקום Bezier.

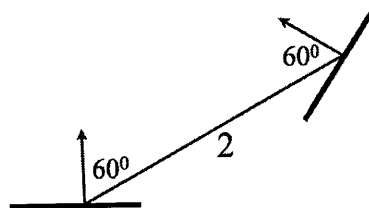
ג. עבור פוליגון הבקרה הנתון מהי מעלת עקום ה-Bezier המוגדר על ידו? הדגימו את מציאת הנקודה $C(0.5)$ על גבי עקום זה באמצעות הפעלת אלגוריתם de Casteljau. בשרטוט נפרד הראו את העקום המתקבל (נדרשת כאן נכונות איכותית ולא דיוק מספרי).



IV. Radiosity (20 נקודות)

א. מנו בקצרה את היתרונות ו\או המאפיינים הייחודיים של אלגוריתם ה-Radiosity לעומת רינדור באמצעות ספרייה גרפית כגון OpenGL וכן לעומת Ray Tracing.

ב. בשרטוט הבא מוצג מקור אור בעל שטח (ששטחו 2) ואלמנט משטח בסצינה. חשב (בקירוב טוב עד כמה שאפשר ללא אינטגרלים) את ה-form factor בין מרכז האלמנט לבין מקור האור.



ג. נתונה הסצינה הבאה: חדר שאחד הקירות בו הוא מראה מושלמת וכל שאר המשטחים הינם מחזירים דיפוזיים מושלמים. הציעו כיצד יש לשנות את אלגוריתם ה-Radiosity על מנת שיוכל להתמודד באופן נכון עם סצינה זו.

ב ה צ ל ח ה !