



מחברת בחינה



2014

מס' תעודת הזהות

ציונים לשימוש הבוחן

0		שאלה מס' 1	30
1		שאלה מס' 2	22
2		שאלה מס' 3	28
3		שאלה מס' 4	10
4		שאלה מס' 5	
5		שאלה מס' 6	
6		שאלה מס' 7	
7		שאלה מס' 8	
8		שאלה מס' 9	
9		שאלה מס' 10	
		סה"כ	90

324743319

0									
1									X
2		X							
3	X					X	X		
4			X		X				
5									
6									
7				X					
8									
9									X

שם מקצוע: דרכו קה

מספר מקצוע: 234325

חדר מבחן: 603

פקולטה: מ"מ"ר

סמסטר:

תאריך:

מחברת: _____ מעד: _____ מחברת:

* יש לסמל X בעד המשבצות בטבלת עלותן עבור כל שורה
על תעודת הזהות, כולל סמל הביקורת וסמל X שסודות
כאשר כל נוסדה מייצגת סמל סודות הזהות

019

2018.01-234325-1 12.02.19

גרפיקה ממוחשבת 1
פקולטה: מ. המחשב

324743319



2 3 4 3 2 5



3 2 4 7 4 3 3 1 9

לתשומת לבך !!!

1. אין לשדך סיכות ניספות, לסיכה הקיימת, למחברת הבחינה.
2. אין לתלוש דפים ממחברת הבחינה.
3. ~~אין להעביר את המחברת למישהו אחר, אלא להחזירה למספר הקבוע על גביה.~~
4. יש לכתוב במחברת הבחינה בלבד ולא בעפרון.
5. הקדו למלא בטבלת המשבצות על תעודת הזהות את סמל X בעד המשבצות.
6. במידה וטעית במיקום סמל X בטבלת המשבצות, השחיר את הריבוע לחלוטין.

חורף תשע"ט
12/2/2019

הטכניון – הפקולטה למדעי המחשב
גרפיקה ממוחשבת – 234325

מרצה: פרופ' גרשון אלבר
מתרגל: בן עזר

מבחן – מועד א

הנחיות:

1. בבחינה שלפניכם 10 דפים כולל דף זה. בדקו זאת.
2. עליכם לענות על כל 4 השאלות.
3. כתבו בקצרה. כל המאריך גורע!
4. משך הבחינה: 180 דקות
5. יש לכתוב את כל התשובות בטופס המבחן.
6. יש להגיש את טופס הבחינה.
7. כל חומר מודפס\כתוב מותר.

בהצלחה

מבחן		
	נקודות	שאלה
	30	1
	30	2
	30	3
	10	4
	100	סה"כ

1. (30 נק.)

א. (5 נק.) איזו טרנספורמציה מבצעת המטריצה ההומוגנית הבאה במרחב (x, y, z, w) ההומוגני:

$$(x, y, z, w) \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1/2 \end{bmatrix} = (-x, z, 0, \frac{1}{2}w)$$

סביב ציר Z
180°
סיקור קטן

~~המטריצה הזו היא מטריצת סיבוב סביב ציר Z~~
ז = y, סיבוב סביב ציר Z, z = 0

$$\begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1/2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1/2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

✓ 5/5

ב. (5 נק.) טענה: כל מטריצה שהדטרמיננטה שלה הוא אחד היא מטריצת סיבוב (כולל בזווית אפס) או כפל של מטריצות סיבוב. הוכיחו או הפריכו.

~~אם נבחר מטריצת סיבוב אז הדטרמיננטה היא 1~~

ל-1 נכון. לדוגמה המטריצה $A = \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 1/2 \end{pmatrix}$, $|A| = 1$

לכל שתי מטריצות סיבוב מתקיים:

$$\begin{pmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha \\ -\sin \alpha & \cos \alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos \beta & \sin \beta \\ -\sin \beta & \cos \beta \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta & \dots \\ \dots & \dots \end{pmatrix}$$

$$\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta = \cos(\alpha + \beta) < 2$$

ולכן המטריצה A לא יכולה להיות כחובה

כמכפלה של מטריצות סיבוב, והיא לא

ל-1 מטריצת סיבוב.

✓ 5/5

ג. (10 נק.) נתונים שני קוים שונים במישור XY $L1$ ו $L2$ הנחתכים בנקודה P . הציעו טרנספורמציה הומוגנית במישור XY אשר תביא את $L1$ לציר X ואת $L2$ לציר Y אם אפשר או נמקו אם הדבר אינו אפשרי. אם ישנה התניה הנדרשת לקיום המיפוי ציינו אותה. הסבר מילולי לסדרת הטרנספורמציות הנדרשות (למשל סובב סביב $L1$ ב α מעלות) יתקבל.

1. נבצע הילג כג ונקוצה P תהיה
הנשית הצירים.

2. נסמן את הצוות על $L1$ עם זיקה
ה- α ואת הצוות על $L2$ ה- β .
נניח $\alpha < \beta$. נסובב את P הישרים
מצוות α .

3. נכנס במטריצת Shear
כדי ליישר את L_2 עם
ציר Y .

✓ 10/10

על מנת שטרנספורמציה זו תהיה
קיימת נדרש $\alpha \neq \beta$, כלומר שהישרים
לא יהיו מקבילים או מתלכדים.

ד. (10 נק.) נתונים שלושה קוים שונים $L1, L2, L3$ הנחתכים בנקודה P במרחב. הציעו טרנספורמציה הומוגנית במרחב אשר תביא את $L1$ לציר X , את $L2$ לציר Y ואת $L3$ לציר Z אם אפשר או נמקו מדוע הדבר אינו אפשרי. אם ישנה התניה הנדרשת לקיום המיפוי ציינו אותה. ניתן להניח בשאלה זו שיש לנו פונקציה $Rot(V1, V2)$ המסובבת $V1$ ל $V2$ במרחב סביב $V1 \times V2$. הסבר מילולי לסדרת הטרנספורמציות הנדרשות (למשל סובב סביב $L1$ ב α מעלות) יתקבל.

1. נבצע הלכה כך שנקודה P תהיה

עם הרכאות,

2. נבצע סיבוב סביב $\vec{L_1} \times \vec{L_2}$ כדי

ל L_1 יתאכז עם ציר X , בפרטיות $\langle \vec{L_1} \times \vec{L_2}, \vec{L_1} \rangle$

3. נבצע סיבוב סביב ציר X כדי ל L_2

י תאכז עם ציר Y בפרטיות $\langle \vec{L_1} \times \vec{L_2}, \vec{L_2} \rangle$

4. נבצע Shear כדי ש L_2 תהיה

י תאכז עם ציר Y .

5. נבצע Shear נוסף כדי שציר Z

י תאכז עם L_3

תהליך זה יהיה אפשרי רק אם שלושת

ה'סיימ' לא נמצאים באותו המישור.

✓
10
10

2. (30 נק.) נתון מודל פוליגוני סגור (2-manifold) במשחק מחשב תלת מימדי. ונתבקשתם לחשב את נפחו. מכוון שהמודל כבר מצויר במשחק כל ידי אלגוריתם ה Z-buffer הוצע לנצל זאת.

(א) (8 נק.) כיצד ניתן לקרב את חישוב הנפח תוך שימוש Z-buffer בתוכנה? במקרה זה ניתן לשמור כל אינפורמציה נוספת נדרשת עבור כל פיקסל ולהשתמש בכל ווריאציה שהוצגה בכיתה של Z-buffer ואף לבצע בהן שינויים תוך תיאור ברור של השינויים הללו.

נסתעב במרה של Z-buffer שלמות שיטה
של ~~על~~ עומקים. ה-לגוריתם:

1. לכל פיקסל שבו מצויר המודל נצביר ישר בכיוון Z.
2. נספור כמה כאלים ישר לה חתך יות המודל ונסכים
זאת ה-נורכים. המפתלים.

3. נסכים את סך כל האנכים ונקלף
במספר הפוקסלים.

(כך נכד)

(ב) (7 נק.) במערכת חומרה גרפית יש מספר סופי של חוצצי Z-Buffer k וניתן להשתמש בחוצצי Z-Buffer אלו בלבד. האם את(ה) רואה דרך להתאים למערכת את האלגוריתם מסעיף א) עבור מודלים פוליגוניים סגורים וקמורים? מהו k באלגוריתם שהתאמתם?

עבור מודל פוליגוני קמור מספיק לבחור $k=2$
מכיוון לכל ישר יח חתך יות המודל לכל
היותר כאלים.
נחיש את ה-לגוריתם מסעיף א) כל-
צורך בליתקעב באורכים מתחלפים.

✓ $\frac{x}{x}$

ג) (8 נק.) כאמור במערכת חומרה גרפית יש מספר סופי של חוצצי Z-Buffer - k וניתן להשתמש בחוצצי Z-Buffer אלו בלבד. האם את(ה) רואה דרך להתאים את האלגוריתם מסעיפים א) וב) למודלים פוליגוניים סגורים כלליים? מהו k כעת?

נחלק את המרחב לאזורים קטנים
(תחומים לא-יגזרניים) כולל אזורי (משולשים) ו-אחר
מכאן נפתר על כל פאס בנפרד ונסכום.
מסביב לפסגה $k=2$ כזו אספ
נכתב על כל פאס קטן.

8/8
✓

ד) (7 נק.) אלו גורמים באלגוריתמים א) - ג) יכולים לתרום לשגיאות בחישוב הנפח (ביחס לחישוב בדיוק מכונה (double) מעל קודקודי הפוליגונים). תנו לפחות שתי סיבות.

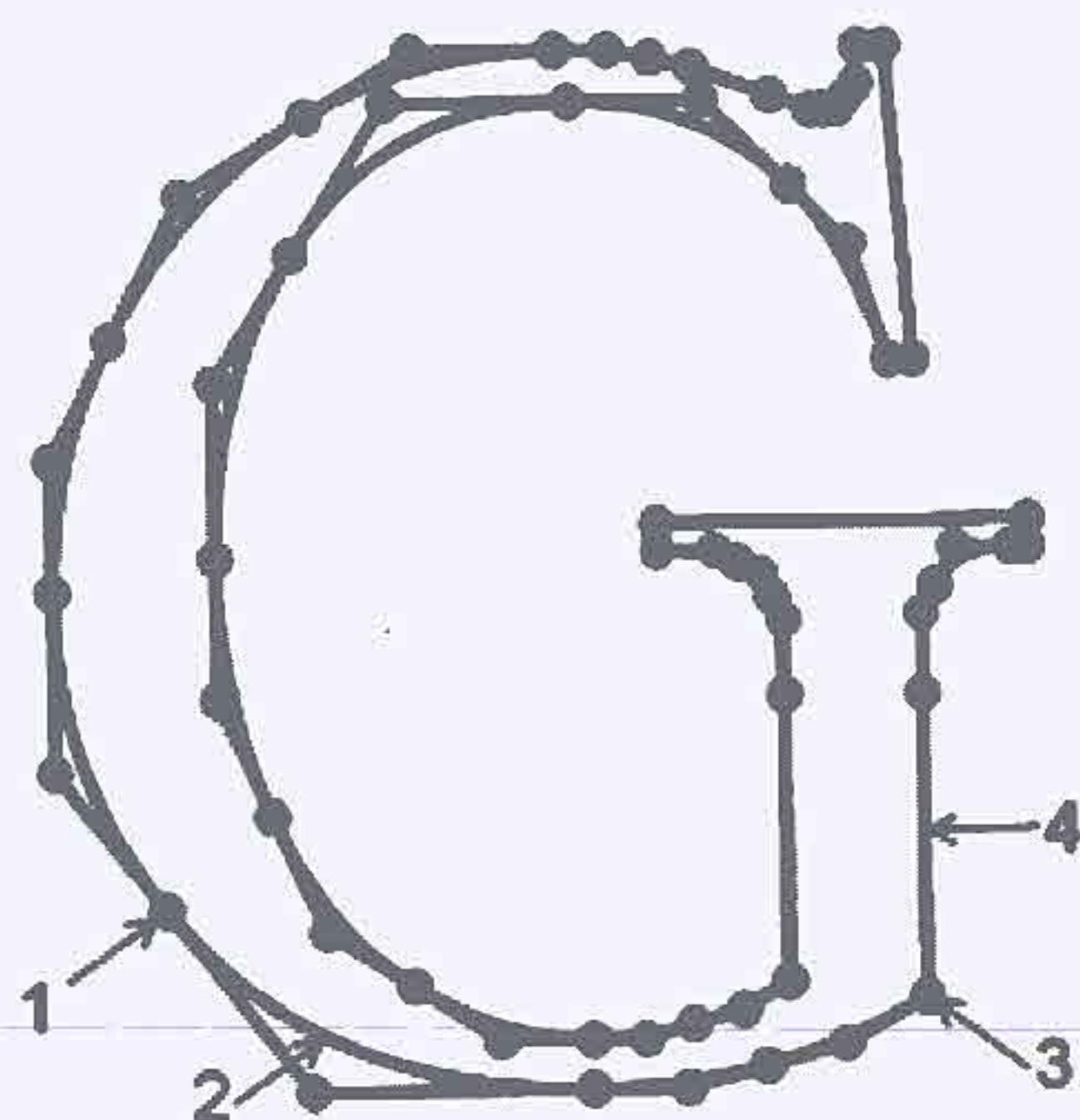
סיבה 1) גורמים המלאים יכולה להצטבר
שגיאה כלשהי טווח מתצבים עומק של נקודה על כולל אזורי.
שגיאה אחרת על נפחם של מסביב אזורי.

0/7

סיבה 2) אזורי המצטברים במסביב אזורי
לפיכך המצטברים מצויר קווים דקים
על התוכן של ה Z-buffer וכן תסביר
אם על חישוב הנפח.

7 - (הזוהי) ממש (1)
מסביב כללי

ג. (5 נק.) נתונה האות G בציור משמאל המורכבת מעקומי Bezier לינאריים וקוודרטיים (דרגה 1 ו 2) כמו שראינו בכתה (פוליגוני הבקרה מצוירים אף הם באפור ונקודות הבקרה בעיגולים). מה הרציפות הגיאומטרית (מהו k ב G^k ?) של העקום בארבע הנקודות המסומנות? נקודות 1 ו 3 הינן נקודות חיבור של עקומות שונות (בנקודה 1 החיבור בקווים מקבילים). אם יש הנחות כלשהן בפתרונכם ציינו זאת



~~הנקודה 1 היא נקודת חיבור~~
~~אם קיים $(P_n - P_{n-1}) \cdot (P_1 - P_0) = 0$~~
~~הנקודה 1 היא נקודת חיבור~~
 הנקודות 2 ו 3 הן נקודות
 רציפות G^∞ מכיוון שאין נקודות
 על פולינומים. הנקודה 3
 העקום לא חלק ולכן כוה'
 ורציפות G^0 .
 הנקודה 1 היא נקודת רציפות G^1 כי העסיקים
 שני הפולינומים להיות

ד. (10 נק.) נתונים שני עקומים פולינומיים פרמטריים $a(t)$ ו $b(t)$. האם ניתן להציג את המשטח המסורגל (ruled surface) $S(u,t) = u a(t) + (1-u) b(t)$ כמשטח Bezier? נמקו את תשובתכם.

$$B_0^1(u) = 1-u \quad B_1^1(u) = u$$

~~אם $a(t)$ ו $b(t)$ הם פולינומיים~~

~~עם כדרגה 1 ניתן להציג אותם~~

~~$S(u,t)$ כמשטח:~~

$$\langle (a(t), b(t)), (u, 1-u) \rangle$$

~~המשטח Bezier~~

אם $a(t)$, $b(t)$ הם פולינומיים Bernstein עם כדרגה 1
 יתקבל משטח Bezier

כן
 !

4. (10 נק.)

א. (5 נק.) למדנו כי אחת הדרכים המקובלות ליצירה של גאומטריה היא בעזרת עצי CSG (constructive solid geometry). האם סדר החישוב משנה בעצי CSG אילו? במילים אחרות האם $A*B+C$ יצור את אותו הגוף כמו $(A+C)*B$? + מציין איחוד, * חיתוך ו- - חיסור.

סדר החישוב משנה. נראה. ~~$A \in B$~~
 ~~$A \cap B = B \cap A$~~ נבחר $A=C$ להיות
 כדורים ו- B להיות נקודה שאינה
 A $(A+C)*B = B$ $A \cap B = B$
 $A*B+C = C$ $A \cap B = B$

✓
5

ב. (5 נק.) האם תשובתכם תשתנה אם בביטוי ה CSG יהיו אופרטורים מסוג אחד בלבד.

ציינו את תשובתכם לכל אחד משלושת האופרטורים + (איחוד), * (חיתוך), ו- (חיסור).

עבור איחוד וחיתוך סדר החישוב לא משנה.

~~$A \cap B = B \cap A$~~ ~~$A \cup B = B \cup A$~~ ~~$A - B = B - A$~~

אילו הן הסדורות על קבוצות של נקודות

ואנו יודעים $A \cup B = B \cup A$ ו- $A \cap B = B \cap A$

אם חיסור, סדר הסדורות כן משנה. נבחר

את A להיות כדור ו- B נקודה בתוך הכדור.

$A - B \approx A$ ו- $B - A = B$

ולכן מתקבלות תוצאות שונות.

✓
5

