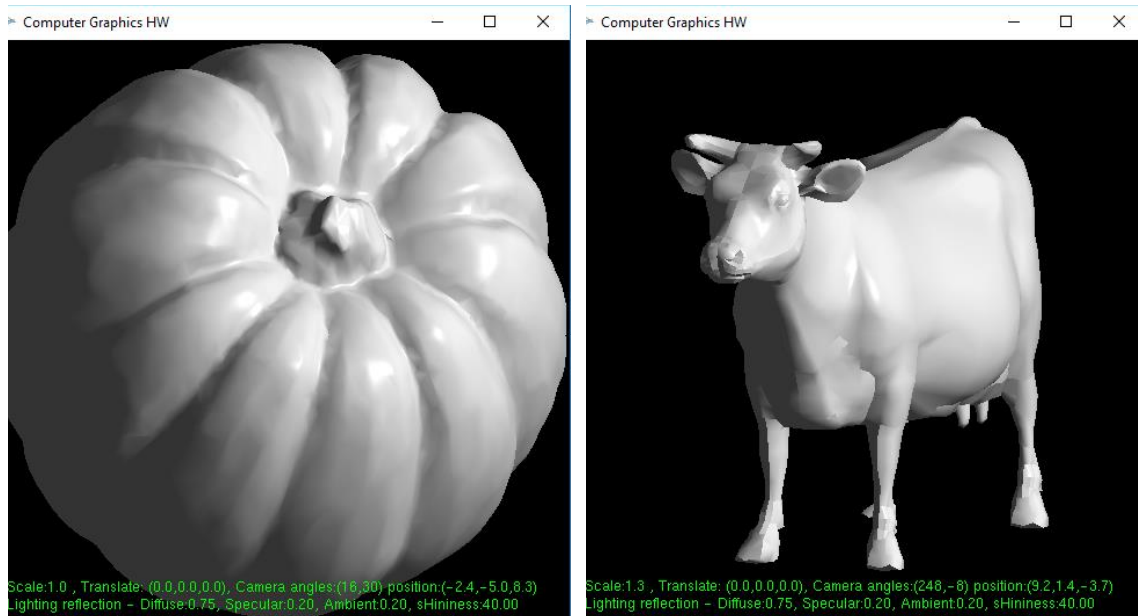


גרפיקה ממוחשבת תרגיל בית 3 (רטוב)

מטרתו של התרגיל הרטוב השני הוא שיפור התוכנה לתצוגה של קבצי תלת מימד שכתבתם בתרגיל הקודם, כך שהיא תציג את המודל עם צללים של תאורה כמו בדוגמאות הבאות. לשם כך תדרשו בתרגיל לממש: רסטריזציה של המשולשים בעזרת barycentric coordinates, טיפול בהסתרות בעזרת Z-buffer, חישוב רמת האפור של כל פיקסל בעזרת נוסחת התאורה.



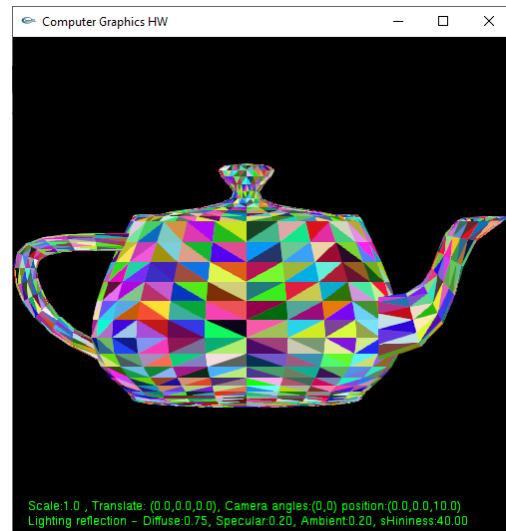
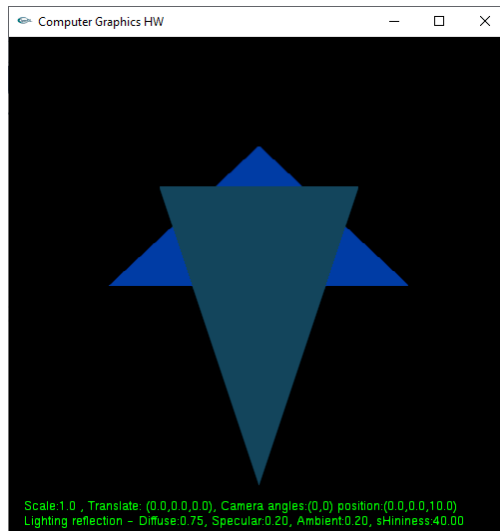
המשימות בתרגיל לפי הסדר המומלץ לביצוע

1. רסטריזציה של הפאות המשולשות בעזרת קואורדינטות Barycentric

המשמעות של רסטריזציה של הפאות היא מציאת רשימת הפיקסלים המתאימים לפאות. למדנו בהרצאה שעבור פאות משולשות, כמו במקרה שלנו, אפשר לבצע זאת בעזרת קואורדינטות Barycentric. יש למצוא את המלבן החוסם של המשולש, ועבור כל פיקסל במלבן החוסם לחשב את קואורדינטות Barycentric ובעזרתן לבדוק אם הפיקסל הוא מתוך או מחוץ למשולש. נקודות בתוך המשולש צריך יהיה לעדכן עם ערכי רמות האפור של התאורה, אך בינתיים עבור האפשרות התצוגה FACE_COLOR יש לעדכן בצבע הפאה שמתקבל כפרמטר בפונקציה FaceProcessing. גשים:

- כדי לחשב את קואורדינטות Barycentric יש צורך לחשב את נוסחת הישר בין זוג נקודות בצורה: $Ax + By + C = 0$. כדי לקבל את נוסחת מקדמי הישר צריך להתחיל מהנוסחה: $\frac{y-y_1}{x-x_1} = \frac{y_2-y_1}{x_2-x_1}$ ולבודד את המקדמים של x ו-y והמקדם החופשי.
- זהירות בחישוב של אלפה בטווח וגאמה של קואורדינטות Barycentric. בידקו היטב אם הקודקודים שהכנסתם לחישוב הם הקודקודים הנכונים.
- צריך לדאוג לא לצייר מחוץ לבאפר של התצוגה. ציור מחוץ לבאפר יגרום לתוכנית לקרוס. הדרך הפשוטה ביותר לעשות זאת היא לדאוג שהמלבן החוסם של הפאה שעליו מתבצע

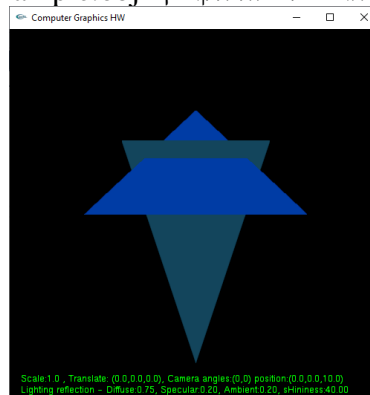
- הבדיקה של הפיקסלים שבתוך הפאה יוגבל רק לפיקסלים שנמצאים בתוך הבאפר. כלומר שפיקסלים שהאינדקס שלהם קטן מאפס או גדול מרוחב הבאפר לדוגמה לא יכללו בבדיקה.
- בשלב זה צריך לדעת את המיקום הגיאומטרי של הנקודה על המסך ולכן בתחילת הפונקציה FaceProcessing מתבצעת חלוקה ב-w.
 - אחרי שלב זה הקבצים "teapot.obj" ו-"ZbufferExample.obj" יראו ככה:
(בסיבוב של המודלים נראה תופעות מוזרות כיוון שעדיין לא מומש Z-buffer)



2. טיפול בהסתרות בעזרת Z-buffer

נדרש לממש טיפול בהסתרות בעזרת Z-buffer כפי שנלמד בהרצאה.
דגשים:

- המטריצה Zbuffer כבר הוצגה בשבילכם.
- לא לשכוח לאתחל את ה-Z-buffer.
- לא לשכוח לעשות אינטרפולציה ל-Z של הנקודה לפי ה-Z של קודקודי הפאה.
- צריך לחשב עבור כל פיקסל את מרחק ה-z של הפיקסל בעזרת אינטרפולציה עם קואורדינטות Barycentric.
- אין צורך לטפל בהסתרות בציור הקווים של wireframe וציור הנורמלים.
- אחרי שלב זה הקובץ "ZbufferExample.obj" יראה ככה:



3. חישוב רמת האפור של כל פיקסל בעזרת נוסחת התאורה

נדרש לחשב עבור כל פיקסל את ערך רמת האפור שלו על פי נוסחת התאורה. צריך לאפשר בחירה

בין ביצוע החישוב בשיטת ה-Flat Shading או Gourard Shading בהתאם לשדה DisplayType ב-GlobalGuiParamsForYou. האפשרות Phong Shading היא רשות!!!! יש לממש כך שכל הפיקסלים בפאה יהיו בעלי אותו הערך שהוא ממוצע הערכים שחושבו עבור קודקודי הפאה.

דגשים:

- מומלץ להתחיל מכתובת הפונקציה LightingEquation שמחשבת את נוסחת התאורה עבור נקודה מסוימת במודל עפ"י: מיקום הנקודה, הנורמל לנקודה, מיקום מקור האור, ופרמטרי ההחזרה של המודל.
- **הקפידו על מימוש פונקציה זו, כי טעויות בפונקציה זו הן אופייניות ומביאות לבעיות במימוש.**
- לשם הפשטות נממש את מודל ההארה ברמות אפור כלומר שאין צורך לבצע חישוב נפרד לשלושת הצבעים.
- אפשר להניח שיש מקור אור יחיד.
- עוצמת מקור האור הדיפיוסיבית אמביינטית וספקולרית היא 1.
- אין צורך לקחת בחשבון בחישובים החלשות של התאורה עם המרחק.
- מיקום מקור האור בקואורדינטות העין נמצא בשדה LightPosition ב-GlobalGuiParamsForYou.
- מיקום מקור האור נתון בקואורדינטות העין ולכן מיקום מקור האור הוא ביחס למצלמה כך שאם נקודת המבט זזה מקור האור זו איתה.
- פרמטרי ההחזרה של החומר של המודל משתנים בהתאם למקשים ומוגדרים בשדות Lighting_Diffuse, Lighting_Specular, Lighting_Ambient, Lighting_sHinness, ב-GlobalGuiParamsForYou. את מקדם ההחזרה הדיפיוסיבי אפשר להגדיל ע"י לחיצה על המקש d, ולהקטין ע"י לחיצה על c. בדומה המקשים a ו-z שולטים על מקדם ההחזרה האמביינטי, והמקשים s ו-x שולטים על מקדם ההחזרה הספקולרי, והמקשים h ו-n שולטים על מקדם המבריקות (shininess coefficient). אפשר לראות את מצב המקדמים על גבי התצוגה של התוכנה בשורת הטקסט בחלק התחתון.
- לא לשכוח שחישוב התאורה צריך להיעשות בקואורדינטות העין, ושהעין בקואורדינטות העין היא בראשית הצירים.
- לא לשכוח לנרמל וקטורי כיוון.
- במידה שכיוון התאורה הוא מאחורי המשטח, כלומר שהוקטור הנורמל למשטח, ווקטור כיוון התאורה, הם בכיוונים הפוכים של המשטח אז ההחזרה הספקולרית היא אפס.
- שלושת הרכיבים בנוסחת התאורה (דיפיוסיבי, ספקולרי, אמביינטי) לא יכולים להיות שליליים, לכן כדאי להגבילם כך שלא יהיו קטנים מ-0 (למשל ככה: $\max(x, 0)$).

הוראות הגשה

- הגשה בזוגות. שני בני הזוג צריכים להגיש במודל (הגשה ביחידים או אי הגשה של אחד מבני הזוג תגרור הורדה בציון).
- יש להגיש את קובץ ה-main בלבד.
- יש לכתוב בראש קובץ ה-main וכהערה להגשה את שמות השותפים בעברית ובאנגלית (ללא תז).
- אין לגעת בחלק של ה-gui בתרגיל. הורדת אפשרויות מהתפריט תוריד הורדת ניקוד.