

מבוא לגרפיקה ממוחשבת

הזמן הנדרש

עיוני - 45 שעות

מעשי - 45 שעות

אוכלוסיית יעד

תלמידי הרמה הרגילה או המוגברת

דרישות קדם

וקטורים, הנדסה אנליטית

מטרות היחידה

להכיר את המבנה הפנימי של מערכת תוכנה גרפית תלת-ממדית.

להכיר את העקרונות שעל פיהם פועלת מערכת תוכנה גרפית תלת-ממדית.

להבין כיצד נשמרים הנתונים הגיאומטריים במערכת תוכנה גרפית תלת-ממדית.

להכיר אלגוריתמים שונים לטיפול במידע הגיאומטרי.

להקנות יכולת שימוש (בסיסית בלבד) בתוכנה גרפית תלת-ממדית ליצירת דגמים תלת-ממדיים

ממוחשבים ולהפקת תמונות של דגמים אלה.

הפרקים וחלוקת השעות המוצעת

פרקי הלימוד	עיוני	מעשי
פרק 1 - מבוא	3	17
פרק 2 - מודלים גיאומטריים	8	4
פרק 3 - מסד הנתונים הגיאומטרי	6	3
פרק 4 - שיטות לייצוג עקומות ומשטחים כלליים	6	4
פרק 5 - מסלול המידע ממסד הנתונים עד לצג	5	2
פרק 6 - התמרות	7	2
פרק 7 - אלגוריתמים המשמשים להפקת תמונות	6	3
פרק 8 - העברת מידע בין מערכות	4	2
פרק 9 - משימה מסכמת	-	8
סה"כ	45	45

ביבליוגרפיה

בית הספר לטכנולוגיה של האוניברסיטה הפתוחה (1991). *גרפיקה ממוחשבת*.

Burger, D. Gillies (1989). *Interactive Computer Graphics*, Addison-Wesley.

Folley, A. van Dam, S.K. Feiner, J.F. Hughes (1994). *Introduction to Computer Graphics*, Addison-Wesely.

Ibrahim Zeid (1991). *CAD/CAM, Theory and Practice*, McGraw-Hill International.

סביבת העבודה

התוכנה המשמשת כסביבת עבודה ללימוד היחידה, מיועדת להמחשת העקרונות העיוניים הנלמדים. במקביל ללימוד פרקי הלימוד העיוני, יתנסה הלומד באמצעות התוכנה בביצוע פעולות הנדונות בחומר העיוני. לשם כך על הלומד לרכוש מיומנות (בסיסית בלבד) בהפעלת התוכנה.

התוכנות המתאימות לשמש כסביבת עבודה הן תוכנות גרפיות תלת-ממדיות שבאמצעותן אפשר ליצור ולהציג דגם ממוחשב של גופים תלת-ממדיים בעלי צורה כללית.

פרק 1: מבוא (20 שעות)

מטרות הפרק

1. להציג את התחום **גרפיקה ממוחשבת תלת-ממדית** ואת שימושיו השונים, ולהדגיש את ההבדל בינו ובין גרפיקה ממוחשבת דו-ממדית.
2. להציג את המבנה הלוגי הכללי והפעולות העיקריות המבוצעות במערכת גרפית.
3. להציג אמצעי קלט ופלט גרפיים שונים.
4. להקנות מיומנות בסיסית בביצוע הפעולות העיקריות של התוכנה הייעודית.

פירוט התכנים

סקירה של אחדים מהתחומים שבהם משתמשים במערכות גרפיות תלת-ממדיות, למשל: אדריכלות, עיצוב מוצרים, משחקי מחשב, אנימציה ממוחשבת, אולפן מדומה, מציאות מדומה, שחזור ארכיאולוגי, הדמיה ממוחשבת, מיפוי פני קרקע.

סקירת המבנה הלוגי הכללי והפעולות העיקריות המבוצעות במערכת גרפית:

תיאור כללי של צורת ההידברות של המשתמש עם המערכת הגרפית; הצגת מרכיבי החומרה העיקריים במערכת גרפית והקשרים ביניהם; סקירת הפעולות העיקריות המתבצעות במערכת וסקירת מודולי התוכנה שבאמצעותם מתבצעות פעולות אלה: ניהול התצוגה בעזרת המודולים המנהלים את קובץ התצוגה (file display) ואת חוצץ התמונה (frame buffer), ניהול מקבילי של תהליכי התצוגה (graphics pipeline), קליטת פקודות המשתמש בעזרת ממשק המשתמש, ניתוח של הקלט הגרפי של המשתמש, ניהול מסד הנתונים ושמירת המודל כקובץ.

אמצעי קלט ופלט גרפיים:

תיאור תמציתי של המבנה ועקרונות הפעולה של אמצעי הקלט-פלט הבאים: עכבר, כדור עקיבה, מספרת דו-ממדית ותלת-ממדית, כפפה, קסדה ליישומי מציאות מדומה המשמשת כתצוגה המוצמדת לראש (Head mounted display) וכחיישן מיקום (Position sensing device), צג סריקה, מדפסת (לייזר והתזת דיו). תפקיד מנהלי ההתקן (הדרייברים) של אמצעי הקלט והפלט.

התנסות בביצוע הפעולות העיקריות שניתן לבצע באמצעות התוכנה הגרפית המשמשת כסביבת עבודה.

פרק 2: מודלים גיאומטריים (12 שעות)

מטרות הפרק

1. להציג את המושג מודל גיאומטרי.
2. להכיר מודל גיאומטרי דו-ממדי של צורות גרפיות פשוטות.
3. להכיר שיטות שונות לייצוג מודל תלת-ממדי של גופים פשוטים.

פירוט התכנים

מודל גיאומטרי דו-ממדי; המושג מודל גיאומטרי, הייצוג הדו-ממדי של הישויות הבאות: נקודה, קטע ישר, מצולע משוכלל, מעגל. השוואה בין ייצוג המשכפל מידע ובין ייצוג המשתמש במצביעים למידע קיים.

מודל גיאומטרי תלת-ממדי; הצורך במודל גיאומטרי תלת-ממדי, הייצוג התלת-ממדי של גופים פשוטים בשיטות: מסגרת מוטות (frame wire), ייצוג גוף על פי גבולותיו (boundary representation), הרכבה מגופים בסיסיים - CSG (Constructive Solid Geometry). היישומים האופייניים לכל אחת משיטות הייצוג האלה.

סקירה של תכונות גיאומטריות כמו אורך, שיפוע, עקמומיות, שטח, נפח שניתן להפיק מהמודל. סקירה של תכונות לא גיאומטריות כמו חישוב כמויות חומרים, חישוב משך העבודה, חישוב עלויות העבודה שניתן להפיק מהמודל.

פרק 3: מסד הנתונים הגיאומטרי (9 שעות)

מטרות הפרק

1. להכיר מהו מסד נתונים גיאומטרי.
2. להכיר את המושגים רשומה ושדה.
3. להכיר את המבנה של רשומות המייצגות גופים בשיטות שנלמדו בפרק 2.
4. להכיר כיצד ניתן ליישם קבוצות ושכבות במסד הנתונים הגיאומטרי.
5. להכיר כיצד מבנה הרשומות שהוצג מאפשר לבצע פעולות שונות במסד הנתונים.

פירוט התכנים

המושג מסד נתונים גיאומטרי, המושג רשומה והמושג שדה. הפעולות הבסיסיות על רשומה: יצירה, מחיקה ועדכון. מזהה רשומה ומדריך רשומות. רשומות המייצגות את הגופים התלת-ממדיים שנלמדו בפרק 2 בשיטות: מסגרת מוטות (wire frame), ייצוג גוף על פי גבולותיו (boundary representation), הרכבה מגופים בסיסיים - CSG (Constructive Solid Geometry).

הצגת הצורך בקבוצות. מימוש של קבוצות במסד הנתונים על ידי הצבעה על רשומת הקבוצה. מימוש של קבוצות במסד הנתונים בשיטת הטבעת. הצגת הצורך בשכבות והמימוש שלהן במסד הנתונים.

תיאור פעולת המערכת הגרפית בעת ביצוע הפעולות הבאות במסד הנתונים: איתור רשומה שהמזהה שלה נתון, יצירת גוף המיוצג באמצעות כמה רשומות, מחיקת גוף המיוצג באמצעות כמה רשומות, בדיקה אם שתי פאות של גוף הן שכנות, איתור כל הפאות השכנות לפאה נתונה. "מתיחה" של גוף המורכב מכמה רשומות, איתור כל הרשומות השייכות לקבוצה מסוימת בהינתן אחת מהרשומות השייכות לקבוצה.

פרק 4: שיטות לייצוג עקומות ומשטחים כלליים (10 שעות)

מטרת הפרק

1. להכיר שיטות לייצוג עקומות תלת-ממדיות כלליות.
2. להכיר שיטות לייצוג משטחים כלליים.

פירוט התכנים

השימושים בעקומות תלת-ממדיות כלליות; ייצוג עקומה כפולינום; עקומות B-ספליין; עקומות בזייה.

הצורך בייצוג משטחים; ייצוג של: משטח מצולעים, משטח מסורגל (ruled surface), משטח סיבוב (surface of revolution), משטח משוך (swept surface), משטח B-ספליין, משטח בזייה.

פרק 5: מסלול המידע ממסד הנתונים עד לצג (7 שעות)

מטרות הפרק

1. להכיר את מסלול המידע ממסד הנתונים ועד לצג.
2. להכיר את הצורך בקובץ התצוגה ואת אופי המידע המצוי בו.
3. להכיר את השימוש בחוצץ התמונה ואת השיטות לאחסון מידע בו.
4. להכיר את תפקידו של מנהל התקן התצוגה ביצירת חוצץ התמונה.

פירוט התכנים

הצגה של ארגון המידע הגרפי בשלושה חלקים: מודל השמור במסד הנתונים, קובץ תצוגה (display file) וחוצץ תמונה (frame buffer). הצגה של ארגון המידע ללא קובץ תצוגה.

קובץ התצוגה (display file): אופי המידע שהוא מכיל; ארגון במקטעים (segments) של המידע שבקובץ התצוגה. חלון בקובץ התצוגה.

חוצץ התמונה (frame buffer); אופי המידע הנמצא בחוצץ התמונה וההבדלים בינו ובין המידע שבקובץ התצוגה. השיטה הישירה לאחסון נתונים בחוצץ התמונה, שיטת טבלת הצבעים לאחסון נתונים בחוצץ התמונה, הפקת המידע שבחוצץ התמונה על פי המידע הווקטורי שבקובץ התצוגה. אשנב (viewport) וחוצץ התמונה. תפקיד מנהל התקן (דרייבר) התצוגה ביצירת חוצץ התמונה.

תהליך הזיהוי של גוף שהשתמש מצביע עליו באמצעות הסמן.

פרק 6 - התמרות (9 שעות)

מטרות הפרק

1. להכיר את המושג התמרה.
2. להבין את הצורך בהתמרות במערכת גרפית.
3. להכיר את צורת החישוב של התמרות יסודיות.

פירוט התכנים

הצורך בהתמרות במודל, בקובץ התצוגה ובחוצץ התמונה.

התמרות דו-ממדיות; הצגת החישובים הדרושים לביצוע ההתמרות הדו-ממדיות: הזזה, סיבוב סביב הראשית, סיבוב סביב נקודה כלשהי, סילום (scale) יחסית לראשית, סילום (scale) יחסית לנקודה כלשהי.

התמרות תלת-ממדיות; הצגת החישובים הדרושים לביצוע ההתמרות התלת-ממדיות: הזזה, סיבוב סביב ציר המקביל לציר Z , סילום.

פרק 7 - אלגוריתמים המשמשים להפקת תמונות (9 שעות)

מטרות הפרק

1. להבין את הצורך באלגוריתמים להפקת תמונות.
2. להכיר אלגוריתמים אחדים המשמשים להפקת תמונות במערכות גרפיות.

פירוט התכנים

סקירת הצורך באלגוריתמים לביצוע פעולות כמו: ציור קו, החלקת קווים, קיטום, מילוי שטחים, העלמת קווים נסתרים, העלמת משטחים נסתרים, הצללה.

הכרת שלבי האלגוריתמים הבאים: אלגוריתם Cohen-Sutherland לקיטום קווים, אלגוריתם DDA לציור קו, האלגוריתם למחיקת קווים נסתרים באמצעות קיטום כל מקצועות הגוף יחסית לפאות שלו, אלגוריתם חוצץ העומק (z-buffer) להעלמת משטחים נסתרים.

פרק 8 - העברת מידע בין מערכות (6 שעות)

מטרות הפרק

1. להבין את הצורך בתקן המאפשר העברת מידע גרפי בין מערכות שונות.
2. להכיר תקנים אחדים להעברת מידע גרפי.

פירוט התכנים

הצורך להעביר מודל או מידע גרפי ממערכת אחת לאחרת. התקן (סטנדרט) כפתרון לבעיית תאימות המידע במערכות שונות; עקרונות הייצוג שבתקנים אחדים. הצורך בתוכנת "יבוא" (import) הקולטת מידע בפורמט תקני וממירה אותו למידע בפורמט הפנימי של התוכנה הגרפית. הצורך בתוכנת "יצוא" (export) הממירה את המידע שבתוכנה הגרפית לפורמט התקני לצורך העברה למערכת אחרת. השימוש במתרגמים ישירים להעברת מידע בין מערכות.

הצגה עקרונית של התקנים: STEP, IGES (לשעבר CAD-I) ו-OPENGL להעברת מידע על הגיאומטריה של גוף, ו-DXF ו-GGM להעברת מידע גרפי, RLC, IF, ו-GIF להעברת תמונות.

פרק 9 - משימה מסכמת (8 שעות)

מטרות הפרק

להתנסות ביצירת דגם תלת-ממדי ממוחשב של גופים מסובכים.

פירוט התכנים

בפרק זה התלמיד יבצע בכוחות עצמו פרויקט שבו הוא ייצור דגם תלת-ממדי ממוחשב המורכב מגופים מסובכים. הדגם צריך לכלול לפחות שלושה משטחים כלליים (כמו אלה הנלמדים בפרק 4). דוגמאות לגופים מתאימים: טלפון, שעון יד, מטוס פשוט, קומקום חשמלי, צג של מחשב.