

המחלקה להנדסת תוכנה פרויקט גמר – תשע"ח

תוכנה לחישוב פרקולציה A program for calculating percolation

מאת

203591672 זינה אבו צווי

201211570 פואד נאסר אדין

מנחה אקדמי: ד"ר יהודה חסין	אישור:	תאריך:
אחראי תעשייתי: ד"ר יהודה חסין	אישור:	תאריך:
רכז הפרויקטים: אסף שפנייר	אישור:	תאריך:

תוכן עניינים

3.....	מערכות ניהול הפרויקט
4.....	מילון מונחים, סימונים וקיצורים
5.....	1. מבוא
5.....	2. תיאור הבעיה
5.....	דרישות ואפיון הבעיה
6.....	הבעיה מבחינת הנדסת תוכנה
7.....	3. תיאור הפתרון
7.....	תיאור המערכת
7.....	פירוט המערכת
8.....	אלגוריתמים BFS \ אלגוריתם חיפוש לרוחב
8.....	תהליכים ונתוני המערכת
9.....	תיאור הכלים המשמשים לפתרון
9.....	4. תכנית בדיקות
9.....	5. סקירת עבודות דומות בספרות והשוואה
10.....	6. סיכום \ מסקנות
10.....	7. נספחים
10.....	רשימת ספרות \ ביבליוגרפיה
10.....	תרשימים וטבלאות
11.....	א. תכנון הפרויקט
11.....	ב. טבלת סיכונים
12.....	ג. רשימת טבלת דרישות

מערכות ניהול הפרויקט

#	מערכת	מיקום
1	מאגר קוד	github.com/ZainaAbuSwai/Calculating-Percolation-Program
2	יומן	https://calendar.google.com/calendar/embed?src=NTlhNzNyajlwYXYyODI5aXR1ZG04dDFocW9AZ3JvdXAuY2FsZW5kYXluZ29vZ2xILmNvbQ
3	סרטון גיסרת אלפא	https://biteable.com/watch/percolation-1735248

מילון מונחים, סימונים וקיצורים

- Graphical User Interface – GUI: ממשק משתמש לתוכנה המבוסס על עיצוב גרפי של המסך המוצג למשתמש.
- JAVA: שפת תכנות מונחה עצמים אחת התוכנות הנפוצים בעולם.
- הסתברות קיומה של קשת ברשת: מספר בין 0 ל-1.
- מוליכות: מוליכות חשמלית, מידת היכולת של זרם חשמלי לעבור בגוף מסויים.
- וקטור ערכי מוליכות: טבלה של ערכי מוליכות שונים וההסתברות לקבלת כל ערך.
- רשת חשמלית: מארג של חוטים המתוחים לאורך ולרוחב, או מספר רשתות מחוברות אשר מספקות חשמל מצד לאחר.

1. מבוא

תיאוריית החישוב - פרקולצייה - מתארת את הפיזיקה והמתמטיקה של חיבורים ארוכי טווח במערכות אקראיות. והיא חלה על מגוון רחב של מערכות פיסיקליות, כולל מוליכות, נקבוביות ופולימרים. אך ניתן להשתמש בה גם לניתוח מערכות שונות כגון שריפות יער, מגיפות מחלות, ורשתות חברתיות.

היא אחד הדגמים הפשוטים ביותר בתורת ההסתברות אשר מציג מה ידוע בתור תופעות קריטיות. זה בדרך כלל אומר שיש פרמטר טבעי P במודל שבו התנהגות המערכת משתנה באופן דרסטי.

2. תיאור הבעיה

דרישות ואפיון הבעיה

במשך זמן רב, מדענים חקרו את הבעיה של פרקולצייה ומצאו עבורה פתרון. לאחרונה התחילו הפיסיקאים במכללה להתעסק עם החישובים של בעיית הפרקולצייה עבור חומרים חדשים כדי למצוא את המוליכות מנקודה לשנייה וגילו שהפתרון הקיים של הבעיה אינו מספיק. בינתיים הם עושים את החישובים ידנית וזה לוקח להם שבועות ואפילו חודשים כדי להגיע לפתרון.

זהו הזמן שבו מתחילה העבודה שלנו בלפתח תוכנה שתעזור להם בחישובי פרקולצייה.

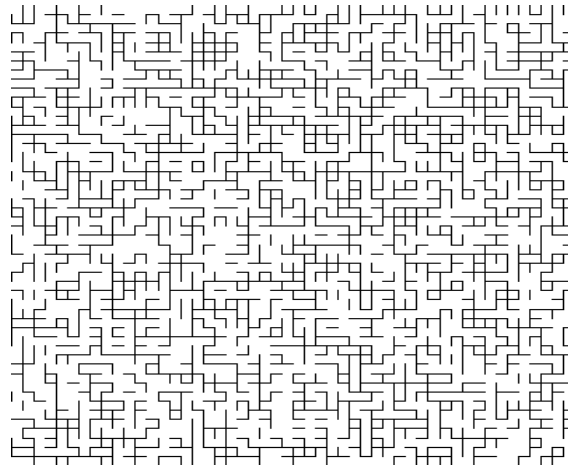
בעיית הפרקולצייה מורכבת משני שלבים:

- שלב א': חישוב מדויק של בעיית הפרקולצייה עבור רשת קטנה (2×2 , 4×4).

בהינתן P -הסתברות קיומה של קשת ברשת. ו G -מוליכות. נעבור על כל התתי-רשתות שאפשר לקבל ונחשב את וקטור ערכי המוליכות הכוללים עבור כל תת-רשת ואת הסיכוי של קבלת כל ערך.

- שלב ב': רנורמליזציה.

בשלב הזה לוקחים את הרשת הקטנה שביצענו עליה את החישובים בשלב א', משכפילים אותה מספר פעמים, ומחשבים את וקטור ערכי המוליכות הכוללים עבור הרשת הכללית שקיבלנו.



בתוכנה שנפתח, המשתמש יכניס את הקודקודים של הרשת הכללית שעבורה הוא מעוניין לחשב את וקטור ערכי המוליכות הכוללים, את P- הסתברות קיומה של קשת ברשת ואת G- המוליכות. לאחר מכן הוא יקבל וקטור ערכי המוליכות הכוללים.

הבעיה מבחינת הנדסת תוכנה

- יצירת תוכנה ידידותית למשתמש, בעלת ממשק נוח ונכון בהתאם לצרכיו ובהתאם לבעיה שהתוכנה באה לפתור.
- קביעת סביבת פיתוח מתאימה לפרויקט מסוג זה ולימוד נכון של השימוש בשפה המתאימה לה.
- ייתכן שימוש DB שיוכל להכיל כמויות גדולות של נתונים ושיספק פעולות של שליפת נתונים בצורה מהירה, יעילה ונוחה.
- שימוש באלגוריתמי חיפוש שונים של גרפים.
- שילוב של חישובים פיזיקליים לא פשוטים עם גרפים.
- ביצוע חישובים מתמטיים, פיזיקליים וחיפושים ביעילות גבוהה.
(לדוגמא, עבור רשת 2×2 - הרשת הכי קטנה שאפשר לקבל - קיימות 32 תתי רשתות שעבור כל אחת מהן צריך לבצע את החיפוש ואת החישובים הפיזיקליים והמתמטיים).

3. תיאור הפתרון

תיאור המערכת

המערכת שלנו באה לענות על הצורך הקיים אצל הפיזיקאים למערכת שתוכל לעזור להם בחישובי פרקולציה, כך שיוכלו להגיע לתשובות שהם מחפשים בצורה הכי מהירה שיכולה להיות במקום לעשות את הכל בצורה פרימיטיבית וידנית.

המערכת שלנו היא תוכנת מחשב בשפת JAVA שתעשה את החישובים של שלב א' ושלב ב' של הפרקולציה והרנורמליזציה. בסוף החישובים, תופיע למשתמש טבלה של וקטור ערכי המוליכות הכוללים עם הסיכוי לקבלת כל ערך. התוכנה תהיה מחולקת בצורה טובה וגינרית כך שיהיה אפשר בעתיד להשתמש בה לכל מיני חישובים שונים. לדוגמא, יהיה אפשר להשתמש בתוכנית לפתרון עוד בעיות של חישובי זרימה, לאו דווקא מוליכות פיזיקלית. וגם יהיה אפשר לשפר את הקוד ע"י שינוי מינימלי, כך שיחשב פרקולציה עבור סריג 3D ולא דווקא סריג רגיל (2D).

פירוט המערכת

התוכנה מחשבת את סיכויי קבלת ערכי מוליכויות שונים עבור סריג 2D חשמלי ע"י שימוש בתאוריית הפרקולציה והרנורמליזציה.

- התוכנה מקבלת את הקודקודים של הרשת הכללית של הבעייה, את P- הסתברות קיומה של קשת ברשת ואת G- המוליכות מהמשתמש.
- התוכנה מוצאת את כל התתי רשתות של הרשת הכללית שקיבלה מהמשתמש מכיוון שקיימת הסתברות מסוימת של קיומה של קשת ברשת הכללית.
- התוכנה מריצה את אלגוריתם BFS על כל תת רשת כדי למצוא מסלול מצד אחד של הרשת לצד השני.
- אם אין מסלול, המוליכות היא 0 ווקטור ערכי המוליכות הכוללים עם הסיכוי לקבלת כל ערך יתעדכן.
- אחרת, התוכנה תחשב את המוליכות של התת רשת ותעדכן את וקטור ערכי המוליכות הכוללים עם הסיכוי לקבלת כל ערך יתעדכן.

החישוב של רשתות 2×2 ו- 4×4 ייעשה במדויק. עבור שאר הגדלים נשתמש ברנורמליזציה בחישובים כי כבר יהיה קשה לחשב את הכל במדויק.

אלגוריתמים BFS \ אלגוריתם חיפוש לרוחב

אלגוריתם BFS משמש למעבר על צמתי גרף, לרוב תוך חיפוש צומת המקיים תכונה מסוימת. צומת כלשהו בגרף נקבע להיות הצומת ההתחלתי V_0 והאלגוריתם עובר על כל הצמתים במרחק צלע אחת מ- V_0 אז על כל הצמתים במרחק 2 צלעות מ- V_0 וכן הלאה.

חיפוש לרוחב סורק את הגרף בצורה שמבטיחה שכל צומת שנמצא באותו רכיב קשירות של הצומת ההתחלתי ייבדק, וסריקה זו נעשית בזמן אופטימלי, הליניארי למספר הקשתות והצמתים בגרף. בשל כך, חיפוש לרוחב מהווה בסיס לאלגוריתמים רבים שפועלים על גרפים, בהם אלגוריתם דייקסטרה והאלגוריתם של פרים.

פלט האלגוריתם, המכונה עץ החיפוש לרוחב מקיים את התכונה שהמסלול משורש העץ לכל אחד מהצמתים הוא המסלול בעל מספר הצלעות הנמוך ביותר בגרף המקורי, ובגרף שאינו גרף ממושקל הוא גם המסלול הקצר ביותר. (מקור - WIKIPEDIA)

תהליכים ונתוני המערכת

למערכת יש סוג אחד של משתמשים; שהם הפיזיקאיים המעוניינים בשימוש בתאוריית הפרקולציה כדי למצוא ערכי מוליכות אפשריים עבור רשת חשמלית.

התוכנה מקבלת את הקודקודים של הרשת הכללית של הבעיה, את P - הסתברות קיומה של קשת ברשת ואת G - המוליכות מהמשתמש. ואז היא עושה את החישובים הנחוצים.

תיאור הכלים המשמשים לפתרון

- סביבת הפיתוח לתוכנת המחשב: ECLIPSE.
 - שפות תכנות: JAVA.
 - מחשב נייד/נייד להפעלת התוכנה.
 - יומן עבודה: GOOGLE CALENDAR.
 - מאגר קוד: GITHUB.
 - מערכת הפעלה: WINDOWS.
- בחרנו בפלטפורמת ECLIPSE לבניית התוכנה משיקולי נוחות, וכיוון שהידע שלנו בפלטפורמה הינו עשיר ומגוון וגם אפשרויות בניית הממשק למשתמש הינה מגוונת ונוחה.
- בחרנו בשפת JAVA, מהנסיון שיש לנו בשפה הזאת, כמוכן ביצענו פרוייקטים קודמים באותה השפה והיה לנו מאוד נוח לעבוד איתה.

4. תכנית בדיקות

- בדיקות GUI: בוצעה בדיקה בסיסית של הממשק.
- בדיקות פונקציונליות: בוצע ותמשיך להתבצע בדיקות פונקציונליות כדי לבדוק את ההתנהגות הכללית של התוכנה שדרושה במסמך הדרישות והאיפיון של הלקוח על מנת לבדוק אם התוכנה מבצעת את מה שהיא אמורה לבצע.

5. סקירת עבודות דומות בספרות והשוואה

לבעיית הפרקולציה קיים פתרון (אך לא תוכנה), שאינו מספיק לחישובים שמבצעים הפיזיקאים במכללה לאחרונה.

6. סיכום \ מסקנות

עד עכשיו פיתחנו את התוכנה לקבל את הפלט מהמשתמש, למצוא את כל התתי רשתות ולהריץ BFS על כל אחת מהתתי רשתות. וגם פיתחנו GUI בסיסי ביותר. המסקנות שעלו מביצוע הפרויקט הם רבים ואפשר להרגיש אותם ולשים לב אליהם תוך כדי העבודה על הפרויקט. התמודדנו עם קושי רב בשילוב החישובים הפיזיקליים עם חיפוש בגרפים דרך שימוש בתכנות. דבר נוסף שאהסגנו זה שתמיד אפשר ללמוד על דרכים חדשים וקלים יותר לממוש העבודה.

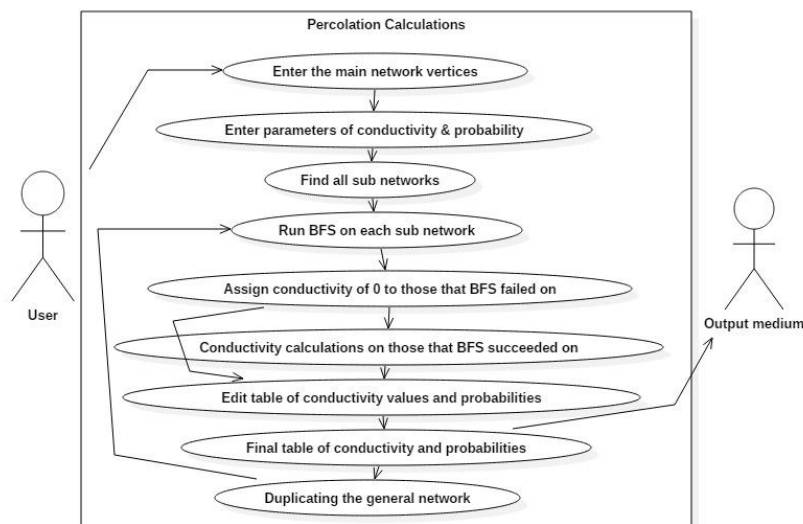
7. נספחים

א. רשימת ספרות \ ביבליוגרפיה

- Java: Graphical User Interfaces , David Etheridge
- Bernasconi PhysRevB.18.2185 1978

ב. תרשימים וטבלאות

תרשים שימוש



א. תכנון הפרויקט

פגישת הצעת פרויקט עם ד"ר יהודה חסין	08.11.2017
פגישת עם ד"ר יהודה חסין ובירור דרישות	22.11.2017
הגשת דו"ח הצעה	26.11.2017
חישוב מדויק של שלב א' של סריג 2X2	30.12.2017
הגשת דו"ח אלפא וסרטון	01.02.2018
בניית GUI למשתמש	05.02.2018
חישוב מדויק של שלב א' של סריג 4X4	10.03.2018
חישוב מדויק של שלב ב' של סריג 2X2	20.04.2018
דו"ח גירסת בטא	25.04.2018
חישוב מדויק של שלב ב' של סריג 4X4	10.06.2018
הגשת תוכנה סופית, סרטון, ודו"ח סופי	22.06.2018

ב. טבלת סיכונים

#	הסיכון	חומרה	מענה אפשרי
1	התעקבות בסיום הפרויקט	גבוה	חלוקה ברורה של התפקידים, ושמירה של תכנון פרויקט מעודכן על מנת לפתור את כל המכשולים הצפויים בהקדם האפשרי
2	חוסר ידע בשפת התכנות	בינוני	שימוש בלמידה מכוונת
3	חוסר ידע בפיזיקה	בינוני	פגישות עם הפיסיקאים במכללה
4	אי מציאת API לחישוב מוליכות	בינוני	כתיבת קטעי קוד שעושים את החישובים
5	כתיבת תוכנה גרועה מבחינת יעילות	גבוה	חיפוש אלגוריתמים יעילים קיימים שיכולים לעזור בחשיבה על קוד יותר יעיל



6	לקוח לא מרוצה	בינוני	פגישות עוקבות
7	איבוד הקוד	גבוה	גיבוי הקוד בענן

ג. רשימת/טבלת דרישות

#	תיאור
1	מבנה קל לשימוש
2	קבלת פרמטרים P ו-G מהמשתמש
3	חישוב מדויק עבור סריג 2X2 וסריג 4X4
4	ביצוע החישובים במהירות
5	הצגת וקטור החישובים הסופי בצורת טבלה של ערכי מוליכות שהתקבלו ואת הסיכוי לקבלת כל ערך
6	תיכון טוב של התוכנה, כך שבעתיד יהיה אפשר להשתמש בתוכנה לעוד חישובים שונים ולא רק לחישובי מוליכויות