**המחלקה להנדסת תוכנה**

**פרויקט גמר – ה'תשפ"ד**

**מודלים מקריים עבור רשתות חישוב מקבילי**

**Random Models For Parallel Computing Networks**

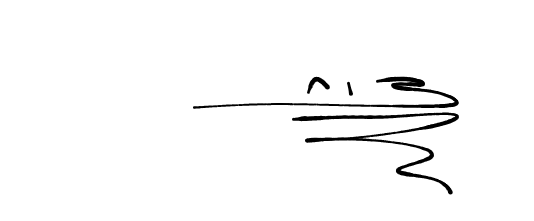
**מאת**

**עופרי אברמוביץ'**

**209073741**

**יאיר רחמני**

**207725789**



**מנחה אקדמי/ת: ד"ר צור לוריא אישור: תאריך: 11/02/2024**

מערכות ניהול הפרויקט:

| # |  | מערכת | מיקום |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 |  | מאגר קוד | https://github.com/ofriaab/random\_models\_final\_project |
| 2 |  | יומן |  |

מידע נוסף (מחקו את המיותר)

| סוג הפרויקט | 1. מחקרי ממרצה במכללה |
| --- | --- |
| פרויקט ממשיך | 1. זה פרויקט חדש |

***מבוא***

אחד האתגרים המרכזיים בתחום הרשתות המורכבות הוא פיתוח מודלים מקריים עבור גרפים ורשתות שמגיעות מהעולם האמיתי. אולם, יש מעט מאוד ספרות העוסקת בגרפים מכוונים. על מנת להבין טוב יותר את ההתנהגות של אלגוריתמים מקביליים, יסייע לפתח מודלים של גרפים מכוונים המדמים גרף תלויות של משימות באלגוריתם כזה. בפרויקט הזה נחקור את התכונות של גרפי תלויות כאלה בהסתמך על אלגוריתמים של מערכת הנהיגה האוטומטית של חברת מובילאיי. לאחר מכן, נפתח מודלים מקריים של רשתות חישוב מקבילי שמחקים את התכונות שגילינו. נשאף לכך שהמודלים יווצרו בתהליך פשוט תוך הבנת המבנה של רשתות אלו.

***תיאור הבעיה***

כיום קיימים אלגוריתמים לפיתוח מודלים מקריים עבור רשתות חישוב מקבילים אך אלגוריתמים אלו אינם מדמים או מסתמכים על תכונות מהעולם האמיתי. המודלים ברובם שרירותיים ופשוטים ואינם מנצלים את היתרונות בשימוש באילוצי העולם האמיתי על מנת לשפר ולדייק את המודלים הללו. הבנת ההתנהגות של אלגוריתמים מקבילים היא חיונית באופטימיזציה של ביצועים והבטחת אמינות, במיוחד במערכות מורכבות כמו מערכת הנהיגה האוטומטית של Mobileye. היעדר מודלים לגרפי תלויות מכוונים המייצגים אלגוריתמים מקבילים מציב אתגר עבור חוקרים ומהנדסים. פער זה מעכב ניתוחים וסימולציות מקיפות החיוניות לאימות אלגוריתמים ושיפור ביצועים. טיפול בבעיה זו דורש חקירה של גרפי התלויות של האלגוריתמים של חברת Mobileye ופיתוח שלאחר מכן של מודלים סטוכסטיים בהתבסס על התכונות שמצאנו.

## **הבעיה מבחינת הנדסת תוכנה**

מנקודת מבט של הנדסת תוכנה, היעדר מודלים ליצירת גרפים מכוונים עבור אלגוריתמים מקבילים מעכב את הפיתוח, הבדיקה והאימות של אלגוריתמים. מערכות בעולם האמיתי, כמו אלגוריתם הנהיגה האוטומטי של Mobileye, מסתמכות במידה רבה על עיבוד מקבילי, מה שהופך את דימוי והבנת התכונות של גרפים אלו לחיוני. היעדר מודלים מתאימים מגביל את היכולת להעריך ביצועי אלגוריתמים תחת תרחישים שונים, מה שמפריע לתהליך הפיתוח האיטרטיבי. הפרויקט שלנו שואף לגשר על פער זה על ידי שימוש בעקרונות הנדסת תוכנה לחקירת גרפי תלויות מכוונים מהעולם האמיתי בהתבסס על הדאטה שקיבלנו מחברת מובילאיי ויצירת מודלים יעילים, המאפשרים ניתוח מקיף ושיפור של אלגוריתמים מקבילים. האתגר טמון ביצירת עומסי עבודה סינתטיים שיתוארו באמצעות גרפים כדי לאמת ולנתח אלגוריתמי תזמון יעילים. לשיטות הקיימות אין כלי סטנדרטי ורב-תכליתי ליצירת גרפי משימות בעלי מאפיינים מהעולם האמיתי. מתן מענה לבעיה זו יאפשר למפתחי אלגוריתמים להעריך במדויק את הפתרונות שלהם תחת תרחישים שונים וימנע עיצוב אלגוריתמים לא אופטימליים בעלי ישימות מוגבלת בעולם האמיתי.

***תיאור הפתרון***

הפתרון שלנו לבעיה מורכב משלושה שלבים מרכזיים :

1. ניתוח גרפי תלויות מחברת Mobileye:

עלינו לחקור את התלויות באלגוריתמים של מובילאי, זיהוי תכונות ומאפיינים מרכזיים של הגרפים המכוונים המייצגים תלות במשימה. הבנת ההיבטים הקריטיים המשפיעים על הביצועים האלגוריתמיים וחילוץ מסקנות לגבי מבנה גרפים המייצגים תלויות מהעולם האמיתי.

1. פיתוח מודלים מקריים ליצירת גרפי תלויות מכוונים:

עלינו לפתח מודל מקרי ליצירת גרפי תלויות מכוונים המבוססים על התכונות שזיהינו במחקר, ליצור תהליך פשוט אך יעיל ליצירת גרפים אקראיים המשקפים תלות בעולם האמיתי. עלינו לוודא שהמודלים מיישמים את המורכבויות שאובחנו בתלויות האלגוריתמיות של Mobileye.

1. ביצוע סימולציה של אלגוריתמי תזמון על הגרפים שנוצרו:

הטמעת כלי סימולציה לתזמון אלגוריתמים.

הערכת ביצועים אלגוריתמיים על הגרפים שנוצרו.

ניתוח ההשפעה של תלות במשימה על ביצוע אלגוריתמים מקבילים.

ארכיטקטורת מערכת וכלים ראשוניים:

נשתמש ב-Python לניתוח וסימולציה של אלגוריתמים.

נשתמש בספריות ניתוח רשת לחקר גרפים.

משימות הפרויקט:

משימה 1: ניתוח גרפי התלויות של חברת Mobileye.

משימה 2: פיתוח מודלים מקריים ליצירת גרפים אקראית על סמך תכונות וממצאי הניתוח.

משימה 3: הטמעת סימולציות של אלגוריתמי תזמון על גרפים שנוצרו.

*סקירת עבודות דומות בספרות והשוואה*

כדי להתחיל לעסוק בשאלת המחקר חיפשנו האם ישנם מאמרים העוסקים בנושא יצירת גרפי תלויות מכוונים מקריים עבור בעיות תזמון המבוססים על נתונים מהעולם האמיתי. נוכחנו לגלות כי יש מספר רב של מאמרים שמתעסקים בנושא גרפי תלויות מקריים עבור בעיות תזמון, אך אינם מבוססים על דאטה אמיתי של אלגוריתמי תזמון ולכן אינם עונים על שאלת המחקר שלנו. בסקירה זו נתייחס לשניים מתוך המאמרים ובנוסף, נסיק מסקנות מתוך ספר רחב היקף בנושא רשתות מורכבות אשר לא נוגע כלל בגרפי תלויות ובעיות תזמון .

המאמרים "Random graph generation for scheduling simulations" ו"A Comparison of Random Task Graph Generation Methods for Scheduling Problems" מתעמקים באתגרים ובמתודולוגיות סביב יצירת גרפי תלויות מקריים עבור בעיות תזמון במערכות מבוזרות ומקביליות תוך שימוש באלגוריתמיים מקריים ידועים כגון : The G(n, p) method ו Layer-by-Layer method הידועים זה מכבר שנים רבות .

במאמר "Random graph generation for scheduling simulations" , הכותבים מציגים את GGen, כלי שמטרתו לספק יישום אחיד וסטנדרטי של שיטות יצירת גרפי תלויות קלאסיות. הם מדגישים את החשיבות של הבנת המאפיינים של הגרפים שנוצרו ועל השפעתם על אלגוריתמי תזמון, מתוך הכרה שבחירה לא נכונה של אלגוריתם יצירה מקרי עלולה להוביל לתוצאות לא מדויקות דיו. בעוד ש-GGen משתמש באלגוריתמים ידועים של יצירה מקרית, הוא נופל במתן מענה לצורך ביצירת גרפים לא מקריים, שהוא חיוני בשל האילוצים והמאפיינים של העולם האמיתי הטמונים בבעיות תזמון.

המאמר A Comparison of Random Task Graph Generation Methods for Scheduling Problems"" מחזק את המשמעות של יצירת גרפי משימות עם מאפיינים רלוונטיים וללא הטיה. המאמר מזהה מאפייני מפתח, כגון מסה, המכמתים את המאפיינים הספציפיים למקרים קשים, ומסייעים בבחירה של מקרים מאתגרים לאימות אלגוריתם. עם זאת, בדומה למאמר הראשון, הוא מתמקד בעיקר בניתוח שיטות קיימות ליצירת גרפים אקראיים מבלי לחקור חלופות המותאמות להבנת המורכבות של תרחישי תזמון בעולם האמיתי.

בנוסף הספר " Complex Networks: Principles, Methods and Applications 1" סוקר בהרחבה שלל נושאים ברשתות מורכבות , אך אינו מציין כלל את נושא בעיות התזמון ושימוש בגרפי תלויות . בעוד שרשתות מורכבות משמשות מסגרת תיאורטית להבנת מערכות שונות, כולל מערכות תזמון, היעדר העיסוק בנושא DAGs ובעיות תזמון מדגיש את הצורך במחקר מיוחד בתחום זה. ספר זה מדגיש את השוני בין ההיקף הכללי של תורת הרשת המורכבת לבין הדרישות הספציפיות של בעיות תזמון, ומדגיש עוד יותר את הצורך בגישות מותאמות בתחום זה.

לסיכום, המאמרים מספקים תובנות חשובות לגבי האתגרים והמתודולוגיות של יצירת גרפי משימות עבור אלגוריתמי תזמון, בעוד שהספר מדגיש את היעדר העיסוק בנושא והחשיבות של מחקר נוסף של רשתות מורכבות כחלק מפתרון בעיות התזמון השונות בעולם האמיתי. מחקר זה נועד לשים דגש על חקירת גרפי תלויות ותכונות של רשתות מורכבות על מנת לפתח שיטות יצירת גרפים לא מקריים עבור בעיות התזמון המורכבות של העולם האמיתי .

1. <https://hal.science/hal-00471255/document>
2. <https://arxiv.org/pdf/1902.05808.pdf>
3. Complex Networks: Principles, Methods and Applications 1