**המחלקה להנדסת תוכנה**

**פרויקט גמר – ה'תשפ"ד**

**אלגוריתמי תזמון עבור חישוב מקבילי בסביבה הטרוגנית**

**Task Scheduling For Parallel Computation In Heterogenous Systems**

**מאת**

**אליה אטלן**

**318757200**

**אביב זבולוני**

**211313333**

**מנחה אקדמי/ת: ד"ר צור לוריה אישור: תאריך:**

מערכות ניהול הפרויקט:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| # |  | מערכת | מיקום |
| 1 |  | מאגר קוד | [Task-Scheduling-Team-Azrieli (github.com)](https://github.com/Task-Scheduling-Team-Azrieli) |
| 2 |  | יומן |  |

מידע נוסף (מחקו את המיותר)

|  |  |
| --- | --- |
| סוג הפרויקט | 1. מחקרי ממרצה במכללה 2. תעשייתי חברת hi-tech |
| פרויקט ממשיך | פרויקט המשך של שיר גולה שכותרתו "אופטימיזציית המתזמן עבור מחשוב מקבילי בזמן אמת". פרויקט זה בא להציע גישה שונה לפתרון אותה הבעיה ששיר ניסתה לפתור |

**מבוא**

בעיית תזמון מעבדים היא בעיה ידועה ונפוצה בתעשייה שמתעסקת בניהול ובשיפור שימוש המעבדים במערכות תוכנה. הבעיה מתרכזת בניסיון לתזמן משימות למערכות שמכילות מספר מעבדים, על מנת לייעל את המערכת על פי קריטריונים שונים לפי דרישות המערכת.  
  
עולם בעיות התזמון הוא רחב, וכל בעיה בעולם זה אפשר לתאר על ידי שלושת הקריטריונים הבאים:

**המעבדים:**

\* **1:** רק מעבד אחד, עליו רצים כל המשימות.

\* **P:** מספר מעבדים מאותו סוג, כאשר מספר המעבדים הוא P

\* **Q:** מספר מעבדים מסוגים שונים ( Q סוגי מעבדים)

\* **R:** מספר מעבדים מסוגים שונים, כאשר זמן הריצה של כל משימה  
 תלוי במעבד.

וכולי, אנחנו נתמקד במעבדים מסוג Q.

**אילוצים על תזמון המשימות:**

\* **prec:** תחילת ריצה של משימה יכולה להיות תלויה בהשלמת   
 משימה\משימות אחרות.

\* **due date:** על משימות מסוימות להסתיים עד זמן נתון.

\* **release time:** משימות מסוימות יכולות לרוץ רק לאחר שמאורע   
 מסוים קרה.  
  
 \* **processing time:** זמני הריצה של המשימות, יכולים להיות כולם   
 שווים, או חלק מקבוצה מסויימת.

וכולי, אנחנו נתמקד באילוצים מסוג prec, כאשר ה processing times   
 שייכים ל .

**המטרה:**

*\** ***:***מזע*ו*ר *הזמן מתחילת המשימה הראשונה, ועד סיום המשימה   
 האחרונה  
  
 \** ***:*** *מזעור סכום זמני הריצה אילו היה ברשותנו רק מעבד אחד  
  
  
אנחנו נתמקד ב* ***.***  
  
 כל הווריאציות ומידע עליהן, נמצא *ב* [[1]](http://schedulingzoo.lip6.fr/)מאז שנות ה 90, עולם המחשוב המבוזר צמח. עקב כך התפשטו רשתות מחשבים גדולות ומורכבות יותר, בנוסף לשימוש בארכיטקטורות  
client-server. תהליך זה הביא לצורך גדול יותר בתזמון מעבדים, שכן המערכות המורכבות האלה דרשו תיאום וניהול יעיל של משאבי המערכת.  
  
בעשור האחרון עם פריצת הענן, נפוץ השימוש בחישוב מרחוק על מנת לאפשר למפתחים וארגונים לבצע חישובים כבדים מרחוק באופן יעיל יותר (ללא צורך ברכישת חומרה מתאימה). הרבה פעמים, יש תלויות בין החישובים של הלקוח, בנוסף לאילוצי זמן, וכמובן שימוש במספר מערכות שונות העושות שימוש במעבדים שונים.  
  
על מנת למקסם את רווחיהם, חברות הענן ישאפו "לשבץ" כמה שיותר משימות בזמן הקצר ביותר (מזעור זמן ה idle של המעבדים)

הפרויקט שלנו הוא גם פרויקט תעשייתי, בשיתוף עם חברת Mobileye והמנחה התעשייתי יוסי קרייניו. בנוסף למערכות ענן, למערכות הפועלות בזמן אמת כמו אלה המפותחות על ידי Mobileye (העוסקת בפיתוח מערכות נהיגה אוטונומית) עולה הדרישה לאלגוריתמים יעילים שיתזמנו משימות בזמן מינימלי, וישתמשו בחומרה ייעודית המתאימה למשימות ספציפיות.

במערכות כמו של Mobileye, שעוסקות בעיבוד תמונה וקבלת החלטות בזמן אמת, חוץ מדרישה למהירות ביצוע מרבית, ישנו גם צורך באמינות ובדיוק גבוה. אלגוריתמי תזמון ישפרו את יכולת המערכת לתפקד בזמן אמת.  
  
כיום בתעשייה משתמשים באלגוריתם חמדן, אלגוריתם זה פשוט משבץ משימה מוכנה למעבד פנוי באופן שרירותי. האלגוריתם החמדן הוא P + 1 מקרב בווריאציית הבעיה שלנו, כאשר P הוא מספר המעבדים. בנוסף לכך החמדן חסכן במשאבים מכיוון שהוא לא מתחזק מבנה נתונים מלבד תור\רשימה של משימות מוכנות.

**תיאור הבעיה**

אנחנו ננסה לתת מענה ל 3 שאלות מרכזיות במהלך הפרויקט:

1. האם קיים אלגוריתם קירוב יותר טוב מהחמדן? ננסה להתקרב לאלגוריתם האופטימלי (התיאורטי) כמה שיותר.
2. האם קיים\קיימים אלגוריתמי קירוב טובים יותר מהחמדן על קלטים\בעיות מהעולם האמיתי?
3. מהו האלגוריתם הכי טוב לחומרה הספציפית של Mobileye?

## **דרישות ואפיון הבעיה**

תת פרק זה מכיל אפיון של הדרישות הכלליות מנקודת המבט של המשתמשים. הכוונה כאן אינה איזו בעיה בעולם הפרויקט פותר (שהרי זה שייך למבוא), אלא מה המשתמשים יקבלו במוצר שמפתחים.

מה הכוונה?

## **הבעיה מבחינת הנדסת תוכנה**

הפרויקט דורש:

1) מציאת חסמים על זמני ריצה של אלגוריתמי תזמון.

2) פיתוח אלגוריתמי תזמון חדשים.

3) מציאת היוריסטיקות על מנת לייעל את האלגוריתמים הקיימים.

4) פיתוח מערכת סימולציה על מנת להריץ ולבחון את האלגוריתמים השונים.

5) ככל הנראה, על האלגוריתם לפעול בחומרה ייעודית, ויש לבדוק האם זה אפשרי

לאחר פיתוחו בשפות עיליות.

**תיאור הפתרון**

ננסה לפתח אלגוריתם שיתזמן את המעבדים של Mobileye בצורה יעילה יותר.

לאחר פיתוח האלגוריתם, נפתח סימולטור על מנת לבחון את האלגוריתם שלנו אל

מול האלגוריתם החמדן הקיים באמצעות מידע קיים של Mobileye. במידה ומצאנו אלגוריתם יותר טוב, נציע אותו ל Mobileye.

**על הלקוח** (רלוונטי לפרויקטים מסוגים 2, 3, ו 4)

רלוונטי אלינו?

סקירת עבודות דומות בספרות והשוואה (רלוונטי לפרויקט מסוג 1)

[1]: [The scheduling zoo](http://schedulingzoo.lip6.fr/)

פרק זה ייכתב בשלב ההצעה, והוא החלק העיקרי בדוח ההצעה (למעט בפרויקטי תעשייה היטק).

בפרויקט מסוג 1, הסקירה תיכתב על פי הנחיות המנחה.

להלן דגשים לסקר השוק בפרויקטים מסוגים 2, 3ב, ו 4:

מטרת סקר השוק היא לענות על השאלה: באיזו מידה מה שאתם מתכננים לבדוק כבר קיים, ומה - אם בכלל - מחדש הפרויקט שאתם מתכננים?

1. יש לבדוק היתכנות שימוש בכלים גנריים חזקים קיימים כדי לפתור את הבעיה. לדוגמא: העובדה שאין שירות דואר אלקטרוני ייעודי למוסכניקים, לא מצריכה כתיבת אפליקציה ייעודית עבור דואר למוסכניקים! אין שום דבר שהיה מייחד שירות דואר כזה (או שאין מספיק), והתקנה של תיבת ג'ימייל, בשילוב עם פלאגין צד שלישי שמקונפג בהתאם, פותרת את הבעיה באותה מידה (אם לא טוב יותר), וכך ככל הנראה יחשבו גם לקוחות פוטנציאליים בהם אנו מעוניינים.
2. בהחלט סביר, שבמהלך סקר השוק תגלו שמה שתכננתם כבר כמעט קיים! אך תגלו חוסרים אחרים בתוכנות קיימות (ושוב השאלה: האם כדאי לי לכתוב מאפס או להתבסס על הקיים), ו/או תקבלו השראה לרעיונות חדשים עליהם לא חשבתם בהתחלה. במילים אחרות: נניח שלא היינו מתכנתים והיינו אמונים על סיפוק פתרון. אילו פתרונות חלקיים קיימים, ואיך היינו משלבים ביניהם, על מנת לספק פתרון מלא? גם זה יכול לתת תובנות חדשות על הרעיון או להוליד רעיון חדש.
3. כמו כן, יש לתת את הדעת לעובדה שלקוחות פוטנציאלים אינם תמיד אינדיקציה לחדשנות/הצלחת הרעיון! העובדה שהלקוחות לא מכירים פתרון לצורך שלהם, על אף שפתרונות כנראה קיימים, עשויה להעיד על קושי מהותי בהגעה לקהל היעד (למשל אנשים לא טכנולוגיים), על חוסר עניין בפתרון מסוג זה, או לכל הפחות על חוסרים בפתרונות הקיימים, מהם ניתן ללמוד.
4. בפרויקטים הנ"ל יש לחשוב בראש של יזמים! ובפרט יש לענות בדוח של שלב ההצעה על השאלות הבאות: **למה** שמישהו יקנה את האפליקציה/תוכנה שאנו מתכננים. מנקודת המבט של יזמים המשקיעים כספית בפרויקט, מדוע כדאי לנו להשקיע בכתיבת אפליקציה מאפס, ולא עדיף שנשתמש כבר במוצר קיים ונתאים אותו לצרכים שלנו (כמו שצוין, נכתוב פלאגין צד שלישי שמקונפג בהתאם וכו').

משתמשים: כמו כן, בפרויקט יזמות (מסוג 2 , 3ב, ו 4) נדרש שמיד לאחר דוח הבטה (אמצע סמסטר ב') יהיו משתמשים שמתחילים להשתמש במערכת שפותחה. מינימום 5 משתמשים שאינם סטודנטים במכללה. בדוח הסיום של הפרויקט תידרשו לצרף משוב מאותם משתמשים וכן להתייחס לתיקונים/שינויי קוד ועיצוב שהוכנסו בעקבות פעילותם של המשתמשים החיצוניים. כניסת משתמשים אמיתיים למערכת היא תנאי הכרחי להפנמה לעומק של אספקטים בהנדסת תוכנה כגון תיכון, עיצוב UX, ועיצוב [[1]](#footnote-1)UI.

דוגמה לסקר שוק בפרויקט יזמות (מסוג 2 , 3ב, ו 4):

| שם | תיאור כללי | שורה תחתונה | מונחה  GPS | אודיו | וידאו | AR | Android | IOS | עלות | דירוג/  הצבעות/  הורדות |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Pocket guide  <http://pocketguideapp.com/> | סיור עירוני מונחה קולית | האפליקציה לא עושה משהו מתוחכם – הכח שלה הוא במידע הקיים.  **לא מתחרה בנישה של המוצר שלנו** | ✅ | ✅ | ❌ | ❌ | ✅ | ✅ | 10₪-77₪ לסיור | 4.2/  2,917/  0.5-1M |
| Detour  <https://www.detour.com/> | סיור עירוני מונחה קולית  האפליקציה משתמשת ב- GPS של הטלפון כדי לאתר את המיקום של המטייל, ומציעה נקודת מבט פנימית של יעדים, לעתים קרובות עם ראיונות של אנשים שאפשר לפגוש באופן אישי במהלך המסע. | האפליקציה לא עושה משהו מתוחכם – הכח שלה הוא במידע הקיים.  **לא מתחרה בנישה של המוצר שלנו** | ✅ | ✅ | ❌ | ❌ | ✅ | ✅ | 18₪-לסיור  או 95₪ שנתי | 3.8/  209/  50000-100000 |
| [Field Trip](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.nianticproject.scout&hl=en) | סיור עירוני מונחה קולית  כאשר מתקרבים למשהו מעניין, צץ כרטיס עם פרטים על המיקום. אם אוזניות או Bluetooth מחוברים, האפליקציה תקרא את המידע. מבוסס על המלצות ממקורות כמו Zagat ו Thrillist. | **לא מתחרה בנישה של המוצר שלנו** | ✅ | ✅ | ❌ | ❌ | ✅ | ✅ | חינם | 3.7/  13,697/  1-5M |
| [izi.Travel](https://www.izi.travel/en) | סיור עירוני מונחה קולית. מדריך בנוגע לאטרקציות ומוזיאונים ביותר מ 900 ערים ברחבי העולם.  בכל סיור מפות, נקודות ענין, תמונות, מדריך שמע וסרטוני וידאו. כולל מוזאיונים.  ניתן להוריד סיורים מראש, ולהימנע מעלויות נדידה.  izi.TRAVEL מספק מפות ומדריכים באופן לא מקוון ביותר מ 900 יעדים | אפליקציה מעולה ושלמה אבל **לא מתחרה בנישה של המוצר שלנו** | ✅ | ✅ | ✅ | ❌ | ✅ | ✅ | 3.5-21 לסיור | [izi.Travel](https://www.izi.travel/en) |

1. כדאי גם לזכור שזה שמישהו אחד לא אוהב משהו לא אומר שיש הכרח לשנות אותו, אם בודקים שדומים יותר לקהל היעד כן אהבו אותו, וזה שמשתמשים הציעו פתרון למשהו שלא אהבו, לא אומר שזה הפתרון הנכון - תפקיד המפתח הוא לחשוב מה המשתמשים **באמת** רצו, ואיך נכון לפתור את הבעיה בלי ליצור תלונות של משתמשים אחרים, בלי להפר עקרונות UX, ובלי לדרוש יותר זמן עבודה משמוצדק. [↑](#footnote-ref-1)