



שם הפרויקט		מס' פרויקט
בחינת יעילות אלגוריתמים לפתרון בעיית תזמון עם זמני ביצוע תלויי זמן		2022-01-193
מנחה שותף	מנחה אקדמי	
-	פרופ' דביר שבתאי	
חברי הצוות		
כליל להב	הדר נצר אל	אורין נוריאל
klila@post.bgu.ac.il	Hadarnet@post.bgu.ac.il	nurielo@post.bgu.ac.il

תקציר

בספרות הקלאסית של בעיות תזמון, זמן הביצוע של כל אחת מהעבודות הינו פרמטר קבוע שאינו תלוי בהחלטות התזמון. עם זאת, במקרים פרקטיים רבים, משך זמן ביצוע העבודות המתוזמנות בשלב מאוחר של הליך התזמון יכול להתארך בגין בלאי של מכונות ו/או שחיקת העובדים. במקרה כזה, נהוג לאמר כי זמני הביצוע "מתדרדרים" (Deteriorating Job Processing Times) תוך כדי הליך תזמון העבודות.

פרויקט זה עוסק בבעיית תזמון על מספר מכונות במערך פרופורציונאלי לפי זרימה (Proportionate Flow Shop Scheduling System), תחת ההנחה שזמני הביצוע של העבודות מתדרדרים. באופן ספציפי, אנו נניח שכחלק מהקלט לכל עבודה נתון תאריך יעד ספציפי ושני זמני ביצוע אפשריים: (i) זמן ביצוע בסיסי שהינו זמן הביצוע בפועל אם העבודה מתחילה להתבצע לכל המאוחר בתאריך היעד הספציפי, (ii) התוספת לזמן הביצוע הבסיסי במידה ותחילת העבודה לאחר תאריך היעד הספציפי. פתרון לבעיה מוגדר בעזרת קביעת סדר ביצוע העבודות על המכונות והמטרה הינה לקבוע סדר ביצוע שימצע את זמן הסיום המקסימלי (Makespan). הבעיה ידועה כבעיית NP קשה (NP-hard) ולכן באופן תאורטי יקשה עלינו לפתור קלטים גדולים שלה בצורה מדויקת (אופטימאלית) ובזמן סביר.

מטרת הפרויקט הייתה לספק מגוון אלגוריתמים הן מדויקים (Exact Algorithms) והן היוריסטיים (Heuristic Algorithms) לפתרון הבעיה ולבחון את יעילותם בשני מדדים עיקריים: זמן ריצה, ואיכות הפתרון. סיפקנו 5 אלגוריתמים כאשר שניים מהם מדויקים (i) אלגוריתם פסאודו-פולינומיאלי מבוסס תכנות דינאמי (ii) אלגוריתם המבוסס על ניסוח הבעיה כבעיית תכנות לינארי בשלמים ופתרון הניסוח בעזרת תוכנה מסחרית (ortools.linear_solver). ושלושת הנותרים היוריסטיים (iii) אלגוריתם קירוב FPTAS (iv) אלגוריתם דו שלבי (מיון ותיקון) (v) אלגוריתם חיפוש. כלל האלגוריתם תוכנתו בסביבת Pycharm-Python. לאחר מכן בצענו מחקר ניסויי לבחינת יעילות כלל האלגוריתמים. החלק הראשון התמקד בהשוואה בין האלגוריתמים המדויקים והחלק השני התמקד בהשוואת הפתרונות המתקבלים מהאלגוריתמים היוריסטיים לבין הפתרונות האופטימלים שהתקבלו מהאלגוריתמים המדויקים. בחלק הראשון של המחקר הניסויי בלט אלגוריתם (ii) כמי שמספק פתרון אופטימלי בזמני ריצה "נמוכים" לקלטים של עד 200 עבודות. בחלקו השני של הניסוי נמצא כי אלגוריתם (iv) כמי שנותן תוצאות קרובות מאוד לפתרון האופטימאלי ובזמן ריצה זניח אך במצב זה לא ניתן לשלוט על גודל השגיאה. היתרון של אלגוריתם (iii) שהוא מאפשר לפתור קלטים הגדולים מ-200 ג'ובים וישנה הבטחה לאיכות הפתרון (שולט על השגיאה המקסימאלית האפשרית).

מילות מפתח: תזמון, זמני ביצוע מתדרדרים, בעיות NP-hard, אלגוריתמים.