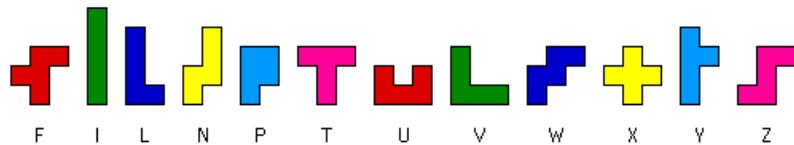


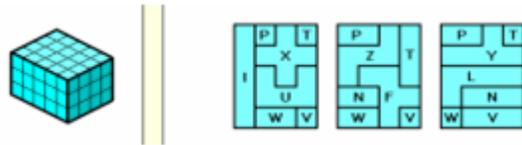
הצעה לתזה

- ◆ **שם העבודה: פתרון פזלים כלליים מסוג put together בגריד סופי וכללי.**
- ◆ **שם המנחה/ים:** פרופ' גיל ברקת, הטכניון
- **מטרת העבודה:** הצעת פתרון כללי אך מעשי לייצוג ופתרון פזלי הרכבה (להלן פזלים).
- **רקע:** הפזל הנדון הוא מהסוג הידוע כאתגר הרכבה משעשע לכל הגילאים. הרכבת החלקים נעשית האחד אחרי השני. פזלים אחרים (למשל- קומבינטוריים, דוגמת הקובייה ההונגרית) נסקרים ב- [Su].
בדרך-כלל, במימוש פתרון ע"י מחשב, ייצוג החלקים השונים בשריג מותאם ספציפית לבעיה. זאת, כנראה, מתוך כוונה לגזור את מבנה הנתונים ישירות מאופן ההצגה ה"גרפי". הדוגמה הטריטוריאליית - מערך דו-מימדי לפזל במישור (נתייחס למישור של משבצות זהות, ללא הכללה אל הפזלים הקלסיים בני מאות אלפי חלקים).
דוגמאות מתקדמות יותר, הן בדר"כ ואריאציות של המקרה הבסיסי הנ"ל: משושים, פירמידות, וכדומה.
[Kn*] מציע שיטת ייצוג שונה לפתרון, ע"י רדוקציה לבעיית כיסוי מטריצה.



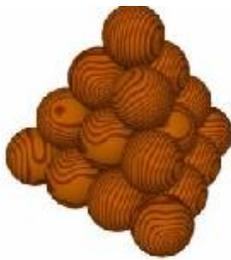
- **תיאור העבודה:** אנו מציעים לייצג את שריג הפתרון של ההרכבות/ החלקים כגרף כללי, ואת קבוצת החלקים כתתי-גרפים שלו. אוסף הפעולות (הזזה, שיקוף, סיבוב) אשר מותר לבצע על החלקים יוגדרו כטרנספורמציות אפשריות על תתי הגרפים.
לצמתים בגרף או בתתי-גרפים נקרא אטומים - החלק הקטן ביותר האפשרי. הקשתות הן החיבורים המותרים בין אטומים. לדוגמה: בגרף על שריג אורתוגונלי רגיל, בשני מימדים, צומת בגרף יהיה ריבוע, וקשת בגרף תהיה שכנות בין שני ריבועים (מעלה/ מטה/ ימין/ שמאל או צפון/ דרום...), בשלושה מימדים, הצומת היא קובייה ולקשת נוספים ערכים מסוג קדימה/ אחורה (או פנימה/ החוצה).
מכאן תבוצענה השמות החלקים ללא חפיפות – על הפתרון, או בעצם שיכון תתי הגרפים בגרף. השיכון יבוצע ב- back-tracking, מימין לשמאל, מלמעלה למטה, או באופן כללי, ע"פ סדר המושרה על הצמתים – או מאופן יצירתם בגריד, או מה-id המזהה כל צומת.
אופי הבעייה מתייב שימוש בסריקת כל מרחב הפתרונות ומכאן השימוש בשיטת הנסיגה לאחור. [GB65]
דרישות נוספות הכרחיות:

- יצירת כל ההצגות השונים האפשריים של חלק (ע"י סריקה לעומק – ביטול חלקים איזומורפיים/ שקולים זה לזה). לדוגמה, בגריד דו מימדי, לחלק X הנ"ל יש סיבוב אפשרי אחד, ל-F יש 4 או 8 (תלוי אם מרשים לבצע שיקוף מראה – או הפיכת החלק אל עבר המימד השלישי והחזרתו לדו-מימד).
- חיפוש אחר פתרונות שונים בלבד (בחירת חלק כייחודי, כך שבכל פתרון הוא ישרה את שאר הפתרונות ע"פ השיקופים השונים של כל הגריד). לדוגמה, לפתרון המצורף, יש 7 פתרונות חופפים, ע"י סיבוב ושיקוף בכל ציר.



- **חשיבות העבודה:** החשיבות - תאורטית. לא ידוע על נסיון דומה לפתרון כללי וקל לשימוש. הנסיון לצאת מהייצוג המקובל הזה לייצוג הגריד במרחב, אל עבר ייצוג כגרף כללי נראה חשוב ומבטיח. העבודות הקיימות הן על פזלים "פשוטים", ובדר"כ על שריג אורתוגונלי רגיל. חשוב לציין שההתמקדות אינה בחיפוש חמדני אלא בגמישות וקלות פתרון פאזלים שונים על גבי שריג כללי.
- **שיטות לביצוע העבודה:** קריאה – סקירת מקצת מן התכונות של החלקים שיישמשו כאבני בניין בפיתוח, לדוגמה: הפולי-יומינוס (תמונת 12 החלקים למעלה) [Go92]; אלגוריתמים לדרישות השונות; תכנות דוגמאות. התכנית תכלול טיפול בדרישות הנוספות וכן אפשרויות אחרות. כגון:

- שמירת השלב הנוכחי בחישוב הפתרונות - דורש שמירת המחסנית הנוכחית, דהיינו מימוש back-track לא כרקורסיה, אלא ע"י חיקוי המנגנון שלה,
- הצגה גרפית, שימוש בתקן VRML או x3d.
- שהייה בביצוע החיפוש, הצעה למשתמש
- **כלי העזר:** סביבת הפיתוח Java – IntelliJ Idea, כלי בדיקות יחידה - JUnit, תצוגה גרפית – ספריות xml. ניתוח ביצועים - Yourkit Profiler. וכמובן, framework נוספים.



- **לוח זמנים לביצוע:** חודש 1- בדיקת היתכנות, מימוש מנוע באופן הטריויאלי (ייצוג כגריד) חודש 2-3- תיאור האלגוריתם המוצע.

חודש 4- סקירת מאמרים בתחום

חודש 5-6- תכנות המנוע באופן החדש (ייצוג כגרף), ודוגמה בסיסית (שריג אורתוגונלי 2D/ 3D)

חודש 7- דרישות ותכנות נוספות: ייצור כל ההצגות האפשריות של חלק, שמירת שלב נוכחי, ביצוע נסיון השמה יחיד לחלק ע"י חישוב אוטומטי של ה-anchor points שלו, פיצול החיפוש offline (לשימוש בכמה מחשבים/ או מחשב מרובה ליבות).

חודש 8- דוגמאות מתקדמות. פירמידת כדורים, וכן חלקים לא סימטריים (גלילים משושיים); הקטנת מרחב החיפוש אחר פתרונות ייחודיים

חודש 9- מנוע גרפי

חודש 10- parser לקבצי קלט, לקינפוג פזלים וחלקים ע"י המשתמש.

• רשימת מקורות ראשונית:

ספרים ומאמרים כלליים

[Go92] S. W. Golomb, Polyominoes: Puzzles, Patterns, Problems, and Packings; 2nd ed. Princeton Univ. Press 1992

[GB65] L.D. Baumert, and S. W. Golomb, Backtrack Programming, J. of the ACM, 12, (1965), 516-524

מאמרים על גריד רגיל

[Kn*] D. E. Knuth, Dancing Links; pre-print, available at

www-cs-faculty.stanford.edu/~knuth/papers/dancing-color.ps.gz

[FI] J. G. Fletcher, A Program to Solve the Pentomino Problem by the Recursive Use of Macros,

Comm. of the ACM, 8 (1965) 621-623

גריד/ פזל שונה

[Su] Sugiyama, Hong, Maeda, The Puzzle Layout Problem