**הסקה אוטומטית – תרגיל 3**

**נתונים טכניים**

* תאריך ההגשה לתרגיל 5.2.2025
* ההגשה בזוגות או לבד.
* ההגשה תתבצע במערכת הלמדה על ידי אחד או אחת מהזוג.
* יש להגיש קובץ zip הכולל: את כל קבצי הקוד, קובץ דוח pdf עם שמות, ת.ז וכל התשובות לשאלות שבתרגיל.
* בחלק התכנותי ניתן ואף מומלץ להריץ ולבדוק יותר מקרים ממה שצריך ולהוסיף לדוח את המסקנות.

**חלק א - פותרן CDCL(UF)1.**

בכיתה ראינו פותרן DPLL(UF)Z. בתרגיל זה נרצה לממש ולבחון את הייעילות של פותרן CDCL(UF)v. לשם כך יש לקחת את תרגום צייטין מתרגיל 1, את הפותרן הטוב ביותר של CDCL מתרגיל 2 ולחבר אותם לפותרן UF שהצגתי בתרגול (Union Find) כך שתקבלו פותרן של CDCL(UF)i. בידקו שהפותרן רץ בלי שגיאות.

כעת בחנו את הפותרן שלכם על סט הבעיות שנמצאות בתיקייה uf\_benchmarks עם timeout של 5 שניות. דווחו בדוח שלכם על התוצאות.

**חלק ב - פותרן CDCL(BV)B**

בכיתה ראינו פותרן DPLL(UF)e. בתרגיל זה נרצה לממש ולבחון את היעילות של פותרן CDCL(BV)F. לשם כך יש לקחת את תרגום צייטין מתרגיל 1, את הפותרן הטוב ביותר של CDCL מתרגיל 2 ולחבר אותם לפותרן BV כנלמד בכיתה.

שימו לב שהפותרן BV צריך לממש bit blassting כפי שנלמד ולתמוך באופרטורים הבאים:

* =
* distinct
* bvand
* bvor
* bvadd
* בונוס: bvmul ינתנו 5 נקודות בונוס למימוש נכון (אין ציון גבוה מ-100)

הוראות בניית הפותרן:

* נסו להריץ את קובץ bv-solver.py כדי לראות ולהבין איך pysmt מקבל ומפרסר קבצי smt2 של לוגיקת QF\_BV (שימו לב ישנם גם נוסחאות עם קבועים כמו לדוגמא bv\_cube\_benchmarks/test1.smt2).
* כתבו פונקציה flatten\_bv שמקבלת קוביה בלוגיקה QF\_BV ומחזירה קוביה שטוחה ששקולה לה.
* ממשו את הפונקציהW bit\_blast המקבלת קוביה שטוחה של qf\_bv ומחזירה נוסחה בלוגיקה פסוקית על פי העקרונות של bit-blassting שלמדנו בהרצאה ובתרגול.
* ממשו פונקציה bv\_solver המקבלת קוביה שבלוגיקה QF\_BV, מפעילה עליה שיטוח, ושולחת את הקוביה השטוחה לפונקציה bit-blast, ולאחר מכן מפעילה על התוצאה פותרן של sat solver (הפותרן מתרגיל 2 שבחרתם בו לתרגיל זה).
* בידקו עם timeout של 5 שניות על מספר בעיות מהתיקייה bv\_cube\_benchmarks בידקו שהפותרן רץ בלי שגיאות.
* יצרו את הפותרן CDCL(BV)r המקבל כקלט נוסחה בלוגיקה QF\_BV (לא רק קוביות) ומחזירה אם הנוסחה ספיקה (השתמשו בפותרנים שמומשו עד כה וחברו אותם לפותרן אחד של CDCL(BV)ger).
* בידקו שהפותרן רץ בלי שגיאות על מספר בעיות בסט הנוסחאות bv\_benchmarks .

כעת בחנו את הפותרן שלכם על סט הבעיות שנמצאות בתיקייה bv\_benchmarks עם timeout של 5 שניות. דווחו בדוח את התוצאות של הפותרן שלכם על כל הנוסחאות בתיקייה זו.

אם מימשתם את האופרטור bvmul (שהוא בונוס) הריצו גם על מספר בעיות מתיקיית bvmul\_benchmarks ודווחו בדוח על התוצאות.

לשם בדיקת נכונות הפותרן נא להריץ את cvc5 על הנוסחאות שאתם מנסים לפתור. הוראות התקנה ושימוש בפותרן cvc5:

install dependencies:

sudo apt-get update

sudo apt-get install -y git build-essential cmake python3 python3-pip curl bison flex

sudo pip install toml

sudo apt install libgmp-dev -y

install cvc5:

git clone -b cvc5-0.0.3 https://github.com/cvc5/cvc5.git

cd cvc5

./configure.sh --auto-download

cd build

make # use -jN for parallel build with N threads

make check # to run default set of tests -

לאחר ההתקנה ניתן להיכנס לתיקייה build/bin ולהריץ את cvc5 וכארגומנט את ה-path לנוסחה.

cd bin

./cvc5 <path to benchmark>

**חלק ג – שאלות תאורטיות**

1. הוכיחו/הפריכו:
   1. הנוסחה x>x+1 ספיקה.
   2. הנוסחה x>x+1 ספיקה על ידי מבנה שבו התחום הוא אינסופי.
   3. הנוסחה x>x+1 ספיקה על ידי מבנה שבו התחום הוא המספרים הטבעיים ו-< מפורש בתור היחס ״קטן מ״ ו-״+״ מפורש בתור חיבור בין מספרים טבעיים.
2. הוכיחו:
   1. הנוסחה ספיקה.
   2. הנוסחה אינה ספיקה.
   3. תהי 𝜑 נוסחה, s, t שמות עצם ו- משתנה שלא מופיע ב-𝜑,s,t. אם ס
   4. פיקה, אז גם ספיקה.
3. הוכיחו כי אלגוריתם CC נאות. כלומר: אם Fail גזירה ב-CC מהקונפיגורציה ההתחלתית של F אז F אינה ספיקה. מומלץ לעשות זאת על ידי שימוש בלמת העזר הבאה (אם כי יש להוכיח אותה, באינדוקציה על i):

למת עזר: אם (F) ,.., (F) היא גזירה ב-CC אז לכל מתקיים שלכל ו- הנוסחה תקפה.

1. הראו את הנוסחה בלוגיקה פסוקית לאחר ביצוע bit-blasting על הנוסחאות הבאות:
   1. bv\_cube\_benchmarks/test6.smt2
   2. bv\_cube\_benchmarks/test3.smt2
   3. bvmul\_benchmarks/test2.smt2 (עבור גודל 3 ולא 4 כמו שכתוב בנוסחאה המקורית)

בידקו שאותם תוצאות יוצאות לכם גם בפותרן שמימשתם בחלק ב. בדוח הראו צילום מסך של הפלט שלכם ואת החישוב שעשיתם ידעני (מי שלא מימש את הבונוס אין צורך להראות פלט של הנוסחאה c או לחשבן ידענית בדוח).