



ת"ב 4 – סימולטור Multithreading

בתרגיל בית זה תמשו סימולטור המדמה ריצה של מעבד מרובה חוטים בשתי תצורות: MT (Multi-threading) – Fine-grained MT.

מיקרו-ארQUITקטורה

לשם פשוטות, שתי המיקרו-ארQUITקטורות בסיסן הן Single-Cycle, קר שפקודה לוקחת מחזור שעון יחיד בהינתן אלא אם מדובר בפקודת Load או Store. הארQUITקטורה תומכת בסט הפקודות הבא:

- פקודות גישה לזיכרון: LOAD, STORE
- פקודות אРИתמטיות: ADD, ADDI, SUB, SUBI
- HALT – פקודה מיוחדת אשר תשמש לעזירת החוט שרך כרגע (גם כן לוקחת מחזור יחיד).

בנוסף נתנו:

- בארQUITקטורה הנתונה 8 רגיסטרים כלליים, R0 – R7.
- פקודות אРИתמטיות יבוצעו בין רגיסטרים או בין רגיסטר למספר קבוע.
- פקודות גישה לזיכרון יקחו מספר מחזרי שעון (מוגדר בקובץ הperformers).
- בכל מחזרי שעון מתבצעת לכל היותר פקודה אחת ($1 = IPC_{max}$).
- מרחב הכתובות הווירטואליות זהה למרחב הכתובות הפיזיות (אין מתייחסים ל-Virtual Memory בתרגיל זה).
- עבור תצורה של MT fine-grained:

 - החלפת ההקשר נעשת כל מחזרי שעון אחד.
 - אין קנס (penalty) בהחלפת הקשר.

- עבור תצורה של MT blocked
 - קיימים קנס בהחלפת הקשר (מוגדר בקובץ הperformers).

הממשק לסימולטור

עליכם למש את הfonקציות המוגדרות בקובץ core_api.h. על הסימולטור לעקוב אחר הלוגיקה של התוכנית ועל ביצועי המכונה, ככלmor על ערכי הרגיסטרים וזמן ריצת התוכנית במחזרי שעון. לשם כך, עליכם למש את הfonקציות הבאות:

- () CORE_BlockedMT – הfonקציה תנצל סימולציה מלאה של מכונת MT Blocked. למעשה, הfonקציה תחזיר כאשר כל החוטים יגיעו לפקודה HALT. בمعدן זה מבני הנתונים שתיצרו יכלו את ה-threads register files ואות מחזרי השעון אשר לוח לתוכנית לרוץ.
- (context, int threaded) CORE_BlockedMT_CTX – הfonקציה תחזר דרך מצביע thread context ספציפי את מצב ה-file register.
- () CORE_BlockedMT_CPI – הfonקציה מחזירה את ביצועי המערכת במדד CPI. ניתן להניח כי זו הfonקציה האחרונה שנקרה לה בסימולציה (עבור MT Blocked) קר שניית לשחרר בנזקודה זו את הקצאות ההזכרן.

הfonקציות הנ"ל קיימות גם עבור תצורת MT fine-grained.

הימוש שלכם יכתב בקובץ בשם core_api.c או core_api.cpp, לאלו אשר מעדיפים למש ב-C++. שימוש-לבagem עבור מימוש ב-C++ עליכם לחסוף ממשק C, כפי שמוגדר בקובץ core_api.h.



גישה לזיכרון

מערכת הזיכרון נתונה. הממשק לשימולטור מוגדר בקובץ sim_api.h והימוש בקובץ c_sim_api.c. הממשק לצורךן מאפשר לשימולטור שלכם לקרוא פקודות ולקראן/לכתוב נתונים. מכיון שאין מנחים כי אין תלויות מידע בין חוטים, זמן הכתיבה או הקריאה לzechon בפועל איןנו רלוונטי. לדוגמה, אם נתון בקובץ ההגדרות כי כתיבה לzechon לוקחת 5 מהזורי שעון, לא משנה האם בפועל המידע נכתב במחזור שעון 0, 3 או 5, לדוגמה, שכן אותו חוט יהיה גם כר במצב idle, ואחר החוטים לא יקראו אותה כתובות (הנחת התרגום).

את תוכן הזיכרון ניתן לאותחל מקובץ מפתח הזיכרון. קבצי דוגמה למפתח הזיכרון לטעינה כוללים בחומר התרגום (קובצים עם סיממת img) וככלים גם תיעוד מבנה הקובץ בהערות. קובץ מפתח הזיכרון מכיל הן פקודות לביצוע והן נתונים לקריאה/כתיבה. שימולטור הזיכרון מוגבל להכיל 100 פקודות עבור כל חוט ו-100 נתונים עוקבים.

חוטים

כל מעבד יRIGHT מסpter חוטים כפי שנקבע בקובץ -qimg. החלפת חוטים מתבצעת בשיטת Round-Robin (RR) עם איתחול לחוט 0. אם חוט כלשהו סיים (הגעה לפקודה HALT), מدلגים עליו. לדוגמה, אם חוט 1 סיים ונשארו במערכת חוטים 0, 2 ו-3, אז אחרי חוט 0 הגיעו של חוט 2 (במידה והוא כموן יכול לרוץ).

בקשר של MT Fine-grained, השימוש הינו בתצורה Flexible. המשמעות היא כי מנגנון ה-RR לא בוחר חוט אשר הגיע ל-HALT ומצביע עליו מחזור שעון.

חוט שmagiu לפקודה halt הוא חוט ששסיים את עבודתו. **פקודת halt לוקחת מחזור שעון.**



דוגמאות

לבahirot haTargil, lhalan tabelat ma'akib ubor kovetz kalt example1.img be'hintun tzorot

Example 1: Blocked MT Simulation			
Cycle	Thread	Command	Description
0	0	HALT	
1			Switch Overhead (0->1)
2	1	LOAD	
3			Switch Overhead (1->2)
4	2	STORE	
5			Idle
6			Idle
7			Idle
8	2	LOAD	
9			Switch Overhead (2->1)
10	1	ADD	
11	1	ADD	
12	1	HALT	
13			Idle
14			Switch Overhead (1->2)
15	2	ADDI	
16	2	ADD	
17	2	HALT	

Cycles = 18 Instructions = 10
CPI = 1.8

Example 1: Fine-grained MT Simulation			
Cycle	Thread	Command	Description
0	0	HALT	
1	1	LOAD	
2	2	STORE	
3			Idle
4			Idle
5			Idle
6	2	LOAD	
7	1	ADD	
8	1	ADD	
9	1	HALT	
10			Idle
11			Idle
12	2	ADDI	
13	2	ADD	
14	2	HALT	

Cycles = 15 Instructions = 10
CPI = 1.5

נקודות לשימר לב אליהן:

- ה-RR מאותחל תמיד לחוט 0 ובוחר בצורה ציקלית את החוט הבא.
- פקודות HALT לוחחות מחזור שעון.
- פקודות STORE ו-LOAD לוחחות מחזור שעון ורק לאחר מכן מתחלת ספירת ה-latency מול הזיכרון (בהתאם לנตอน בקובץ ההגדרות) – מומחש היטב בטבלאות המעקב לעיל.
- ב-Blocked MT, במחזור שעון 8, גם חוט 1 וגם חוט 2 מוכנים לפעולה, אך ה-RR בוחר בחוט 2 שכן זה החוט האחרון עליו המכונה עבדה.
- ב-Fine-grained MT, במחזור שעון 13, המכונה במצב idle שכן פקודה LOAD מוחזר שעון 8 (חוט 2 עדין עובדת מול הזיכרון. במחזור שעון 14 מתבצעת החלפת הקשר, שכן רק במחזור שעון 14 חוט 2 מוכן בפועל).
- ב-Fine-grained MT, ברגע שхот 0 מסתיים, ה-RR מדלג עליו ולא מבזבז עליו מוחזר שעון (Flexible).

סביבת בדיקה

קובץ myfile נטען, לנוחיותכם. לאחר הבניה יתאפשר קובץ ריצה בשם sim_main.

את הקובץ המצורף ניתן להפעיל באמצעות:

./sim_main <test_file>

לדוגמא:

./sim_main example1.img

שימוש-לב: ה- main שניתן nodud להקל עליכם בבדיקה, אולם אתם מחייבים למימוש המשק לשימושו כפוי שימוש ב- core_api.h . כמובן, יתכן והסימולטור יבדק בדרךים שונות מהמודגם ה-main וייתכן שימוש בקובץ main אחר מהמסופק, אשר משתמש באותו המשק. לכן הקפידו שהשימוש שלכם יעמוד בדרישות המוגדרות בתרגיל.



דרישות ההגשה

הגשה אלקטרונית בלבד באתר הקורס ("מודול") מחשבונו של אחד הסטודנטים.

מועד הגשה: עד ה-31.01.2026 בשעה 23:55

אין לעורר שניינן באף אחד מקבציו העזר המסופקים לכם. הגשה שלכם לא תכלול את אותם קבצים, מלבד המימוש שלכם ב-`core_api.c` ו-`core_api.h` עם גרסה של סביבת הבדיקה של הבזק. עמידה בדרישות המשיק כפי שמתועדות בקובץ המשיק (`core_api.h`) היא המחייבת.

עליכם להגיש קובץ `gz` בשם `tar.gz`* כאשר `ID1`/`ID2`.tar.gz הם מספרי ת.ז. של המציגים. לדוגמה:

`tar -zcvf hw4.tar.gz 012345678_987654321`

- קוד המקור של הסימולטור שלכם: `core_api.cpp` **ו** `core_api.c`
- קוד המקור חייב להכיל תיעוד פנימי במידה סבירה על מנת להבינו.

הוראות ליצירת קובץ tar.gz ניתן למצוא בהוראות בתרגיל בית הקודמים.

dagshim להגשה:

1. המימוש שלכם **חייב** להתקמפל בהצלחה ולרוץ במכונה הווירטואלית שמסופקת לכם באתר המודול של הקורס. זהות סביבת הבדיקה המחייבת לתרגילי הבית. **כל בעיה בהגשה המונעת את הרצת הקוד (כיווץ לא נכון של הקבצים, קוד לא מתקין, ...)** יגרור ציון **0!**
2. מניסיונים של סטודנטים אחרים: הקפידו לוודא שהקובץ שהעלתם לאתר הקורס הוא אכן הגרסה שהתקוונתם להגיש. לא יתקבלו הצעות נוספות לאחר הגשה בטענות כגון "הקובץ במודול לא עדכני ויש לנו גרסה עדכנית יותר שלא נקלטה".

העתיקות יטופלו בחומרה

בהצלחה!