

## ת"ב 2 – זיכרון מטמון Cache

### קצר ולעניין

בתרגיל זה תממשו סימולטור זיכרון מטמון (Cache) משלכם, בדומה לנלמד בכיתה. תצורת זכרון המטמון תהיה גמישה ותוגדר בתחילת הריצה באמצעות פרמטרים. בנוסף, הסימולטור שלכם יקרא קובץ קלט שבו יהיו מפורטות הגישות לזיכרון. הסימולטור שלכם יצטרך לחשב את ה-Hit/Miss rate ואת זמן הגישה הממוצע לזיכרון עבור התצורה שנקבעה ועבור ה-trace (קובץ הקלט).

### מאפייני סימולטור ה-cache

- הסימולטור ידמה גישות למידע (Data) בלבד
- הסימולטור יכיל שתי דרגות (L1 ו-L2)
- שני ה-cache-ים יעבדו במדיניות Write Back ומדיניות Write Allocate או No Write Allocate
- זכרון המטמון יעבוד על פי עקרון ההכלה (Inclusive)
- מדיניות הפינוי הינה LRU
- בתחילת הריצה זכרון המטמון ריק
- כל הגישות הן בגודל 4 בתים ומיושרות לפי גבול של ארבעה בתים (שתי הסיביות התחתונות של הכתובת תהיינה תמיד 00)

המאפיינים שניתן לקבוע באמצעות פרמטרים לאיתחול:

- גודל זכרון המטמון (ברזולוציה של בתים)
- גודל הבלוק (ברזולוציה של בתים)
- רמת האסוציאטיביות
- זמני הגישה (במחזורי שעון)
- מדיניות Write Allocate או No Write Allocate

### מבנה קובץ הקלט

השורות של קובץ הקלט מכילות עקבות (trace) של גישות לזיכרון מריצת תוכנית כלשהי, כאשר כל שורה תכיל תיאור של גישה שכזאת במבנה של 2 שדות עם רווח ביניהם:

1. קריאה (r) או כתיבה (w)
2. הכתובת ממנה קוראים או כותבים (ב-hexa)

לדוגמא:

```
w 0x1ff91ca8
r 0x20000cdc
```

כמו כן, מסופקת לכם דוגמא לקובץ קלט עם חומרי התרגיל.

### אז מה תכל'ס צריכים לעשות?

התכנית שלכם תקרא cacheSim וההרצה שלה תהיה כזו:

```
./cacheSim <input file> --mem-cyc <# of cycles> --bsize <block log2(size)>
--wr-alloc <0: No Write Allocate; 1: Write Allocate>
--l1-size <log2(size)> --l1-assoc <log2(# of ways)> --l1-cyc <# of cycles>
--l2-size <log2(size)> --l2-assoc <log2(# of ways)> --l2-cyc <# of cycles>
```

כאשר גודל זכרון המטמון, גודל הבלוק ורמת האסוציאטיביות הינם בחזקות של 2 (מספר cycles אינו חזקה של 2). כל המספרים הינם שלמים. גודל זכרון המטמון מתייחס לחלק ה-data ולא מתייחס לגודל ה-tag directory (במילים אחרות, גודל ה-cache הנתון בארגומנטים מתייחס לכמות המידע שניתן לשמור ב-cache).

למשל, אם נרצה לדמות זמן גישה של 100 cycles לזיכרון הראשי, גודל בלוק של 32B, L1 cache בגודל 64KB ו-8 ways עם זמן גישה של cycle בודד ובנוסף L2 cache בגודל 1M ו-16 ways עם זמן גישה של 5 cycles, וכן שה-cache יהיה במדיניות Write Allocate. עבור ששמו example.in, נשתמש בפקודה הבאה:

```
./cacheSim example.in --mem-cyc 100 --bsize 5 --wr-alloc 1  
--l1-size 16 --l1-assoc 3 --l1-cyc 1 --l2-size 20 --l2-assoc 4 --l2-cyc 5
```

זמני הגישה לרמות השונות אינם כוללים את זמן הגישה לרמות הקודמות. לדוגמה, זמן הגישה במקרה של פספוס ב-L1 ופגיעה ב-L2 הוא:

$$t_{access} = t_{L1} + t_{L2}$$

במקרה של פספוס ב-L1 וב-L2, זמן הגישה יהיה:

$$t_{access} = t_{L1} + t_{L2} + t_{mem}$$

אין צורך להתחשב בתקורות של writeback (שקורות ברקע בד"כ, ולכן בסופו של דבר לא משפיעות ישירות על זמן הגישה). כלומר, לצורך התרגיל הזה זמן הגישה לא משתנה אם שורה היתה dirty או לא.

גישה מ-L1 ל-L2 כתוצאה מ-writeback אינה תשפיע על חישוב ה-Miss Rate של L2.

הפלט של התכנית יהיה:

```
L1miss=<L1 miss rate> L2miss=<L2 miss rate> AccTimeAvg=<avg. acc. time>
```

השדות <L1/L2 miss rate> יהיו שברים עשרוניים בין 0 ל-1 (כלומר, לא באחוזים) בדיוק של 3 ספרות אחרי הנקודה בדיוק. השדה <avg. acc. time> יהיה ממוצע זמן גישה על פני כל הגישות במחזורי שעון בדיוק של 3 ספרות אחרי הנקודה בדיוק. יש לעגל את המספרים לרמת הדיוק המבוקשת על פי כללי עיגול רגילים (לקרוב ביותר).

יש להוסיף סימן שורה חדשה (\n) בסוף השורה הנ"ל (ראו קובץ פלט לדוגמה המצורף לתרגיל).

### שימו לב !!!

- בדיקת התכניות שלכם תתבצע באופן אוטומטי. באחריותכם לספק פלט זהה לזה שהוגדר.
- עליכם לכתוב את התכנית ב-C או ב-C++ בלבד ולספק קובץ makefile בשביל הקומפילציה.

### דרישות ההגשה

הגשה אלקטרונית בלבד באתר הקורס מחשבונו של אחד הסטודנטים.

### מועד ההגשה: עד ה-10.01.2025 בשעה 23:55.

עליכם להגיש קובץ tar.gz בשם hw2\_ID1\_ID2.tar.gz כאשר ID1 ו-ID2 הם מספרי ת.ז. של המגישים. לדוגמה:  
hw2\_012345678\_987654321.tar.gz

ה-tar יכיל:

- קוד המקור של סימולטור ה-cache שלכם. (ניתן לחלק לכמה קבצים).
- קוד המקור חייב להכיל תיעוד פנימי במידה סבירה על מנת להבינו.
- בנוסף, עליכם להגיש את ה-makefile בשביל הקומפילציה. שימו לב כי התכנית (קובץ הריצה) שתייצרו תקרא cacheSim. הנכם רשאים לשנות את ה-makefile כל עוד שם קובץ הריצה לא ישתנה.

דגשים להגשה:

1. המימוש שלכם **חייב** להתקמפל בהצלחה ולרוץ במכונה הוירטואלית שמסופקת לכם באתר הקורס. זוהי סביבת הבדיקה המחייבת לתרגיל הבית. יש לוודא בניה מוצלחת במכונה הוירטואלית. **קוד שלא יתקמפל יגרור ציון 0!**
2. מניסיונם של סטודנטים אחרים: הקפידו לוודא שהקובץ שהעלתם לאתר הקורס הוא אכן הגרסה שהתכוונתם להגיש. לא יתקבלו הגשות נוספות לאחר מועד ההגשה שנקבע בטענות כמו "משום מה הקובץ באתר הקורס לא עדכני ויש לנו גרסה עדכנית יותר שלא נקלטה."
3. יש להעלות את קובץ ההגשה דרך החשבון של אחד השותפים בלבד.

**העתקות יטופלו בחומרה**