

שלום לכולם

בסרטון זה נדבר על מדידת ביצועי המטמון במיפוי ישיר, ובפרט על הזמן הממוצע לגישה לזיכרון המטמון המכונה AMAT.

בדרך כלל מניחים שהזמן הכללי לחישוב תוכנית במעבד - CPU Time הוא המכפלה (כמות מחזורי השעון לביצוע רגיל ועוד כמות מחזורי השעון שבהם יש השהיות בגישה לזיכרון) במשך הזמן שאורך כל מחזור שעון.

אני אזכיר שכמות מחזורי השעון בתוכנית מסומנת כ- $C = IC \cdot CPI$ נסמן את כמות מחזורי השעון של ההשהיות בתוכנית כ- C' .

כלומר בצורה פורמלית מה אנחנו מקבלים? נקבל ש: $CPU\ Time = (C + C') \cdot CCT$.

אם ניקח את כמות הגישות שמוחטאות בזיכרון, שהיא בעצם אחוז מסוים מכמות הגישות הכללית לזיכרון,

ונכפול אותה בכמות מחזורי השעון שמתווספת על כל החטאה, נקבל את כמות מחזורי השעון שהתווספה.

נוכל אם כן, להשתמש בנוסחה הבאה:

$$\text{memory stall clock cycles} = \text{memory accesses} \cdot \text{miss rate} \cdot \text{cycles miss penalty}$$

כלומר כמות הגישות לזיכרון סך הכל בתוכנית **כפול** שיעור ההחטאה מתוכן **כפול** כמות מחזורי השעון שמתווספת על כל החטאה.
דוגמה:

נניח שנתונה מערכת מעבד צנרת עם רמת זיכרון מטמון אחת שמופרדת לזיכרון מטמון ולמטמון פקודות.

כאשר 3% מהגישות לזיכרון הנתונים מוחטאות ו-4% מהגישות לזיכרון הפקודות מוחטאות.

נתון גם ש 35% אחוז מהפקודות מכילות גישה לזיכרון הנתונים (לדוגמה פקודות כמו lw למשל)

זמן ההחטאה בזיכרון הנתונים הוא 50 מחזורי שעון, וזמן ההחטאה בזיכרון הפקודות הוא 40 מחזורי שעון.

ברצוננו לחשב כמה מחזורי שעון מתווספים בממוצע לפקודה בגלל ההחטאות.

פיתרון:

נפריד בתשובה בין זיכרון הפקודות לזיכרון הנתונים, ולאחר מכן נחשב את סכום התוספות מכל אחד מהם.

אנחנו רוצים לחשב את כמות מחזורי השעות לפקודה אחת, לכן נוכל להציב $\text{instruction memory accesses} = 1$. כמו כן ע"פ הנתון,

מתקיים ש 0.35 מסך כל הפקודות - מכילות גישה לזיכרון הנתונים, לכן נוכל לרשום $\text{data memory accesses} = 0.35 \cdot 1 = 0.35$

בהתאם לנתון נוכל לסמן גם $\text{data miss rate} = 0.03$ וכן $\text{instruction miss rate} = 0.04$.

וכן $\text{data cycles miss penalty} = 50$ ו $\text{instruction cycles miss penalty} = 40$. כעת נוכל להציב בנוסחה ולקבל:

$$\text{data memory stall clock cycles} = 0.35 \cdot 0.03 \cdot 50 = 0.525$$

$$\text{instruction memory stall clock cycles} = 1 \cdot 0.04 \cdot 40 = 1.6$$

כעת נסכום אותם כדי לקבל את כמות מחזורי השעון הכוללת שהתווספה:

$$\text{Total memory stall clock cycles} = 0.525 + 1.6 = 2.125 \text{ cycles.}$$

אם נרצה לחשב את משך הזמן הממוצע לגישה לזיכרון נוכל להשתמש בנוסחה :

$$AMAT = \text{time for hit} + \text{miss rate} \cdot \text{miss penalty}$$

כלומר משך הזמן שאורכת פגיעה **ועוד** (שיעור ההחטאות **כפול** משך הזמן שמוסיפה כל החטאה).

דוגמה :

נניח שברשותנו זיכרון מטמון לנתונים עם שיעור פגיעה של 0.63 , זמן פגיעה של 3 מחזורי שעון.
זמן ההחטאה הוא 70 מחזורי שעון, ואורך כל מחזור שעון הוא 2ns. ונרצה לחשב את ה AMAT.

פיתרון :

נסמן :

cycles for hit: 3

cct: 2ns

אם כל פגיעה לוקחת 3 מחזורי שעון, וכל מחזור שעון הוא 2ns אז הזמן עבור פגיעה הוא מכפלתם, כלומר :

$$\text{time for hit} = \text{cycles for hit} \cdot \text{cct} = 3 \cdot 2\text{ns} = 6\text{ns}$$

כמו כן נשים לב שסכום שיעור הפגיעה עם שיעור ההחטאה תמיד נותן 1 (שהרי בהכרח יש או פגיעה או החטאה), מכאן ש :

$$\text{miss rate} = 1 - \text{hit rate} = 1 - 0.63 = 0.37$$

אם כל החטאה מוסיפה 70 מחזורי שעון, ואורך כל מחזור שעון הוא 2ns, אז הזמן שמוסיפה החטאה הוא מכפלתם, כלומר :

$$\text{miss penalty} = \text{cycle miss penalty} \cdot \text{cct} = 70 \cdot 2\text{ns} = 140\text{ns}.$$

כעת יש בידינו את כל הנתונים. נציב בנוסחת ה AMAT ונקבל :

$$AMAT = 6 + 0.37 \cdot 140 = 57.8 \text{ ns}$$