

ארגון המחשב ושפת סף

מומלץ לפתור את התרגילים בפרק א במדריך הלמידה
הערכת הביצועים של מעבד - תרגול

הערכת הביצועים של מעבד - תרגול

סימון	פירוש	יחידות	מושג
CCT	Clock cycle time	[sec/cycle]	זמן מחזור שעון
CR	Clock rate	[cycle/sec]	תדר השעון $[1/sec]=Hz$
CC	Clock cycle (per program)	[cycle/program]	מספר מחזורי שעון בתוכנית
CPI	Clock per instruction	[cycle/ins]	מספר מחזורי שעון לפקודת מכונה
IC	Instruction count	[ins/program]	מספר פקודות מכונה בתוכנית (זמן ריצה)
CPU_T	CPU Time (Run Time)	[sec/program]	זמן ריצה של תוכנית
Speedup	בשביל לקבל האצה הגודל גדול מ 1	יחס אין יחידות	מדד ההאצה
MIPS	Million Instructions Per Second	[MIPS]	מיליון פקודות בשנייה

הערה: בחלק מהתרגילים מסומנת יחידת מחזור השעון כ $cycle$ ובחלק Cc (clock cycle) לא להתבלבל עם המושג CC שם הכוונה למספר מחזורי שעון בתוכנית.

הערכת הביצועים של מעבד - נוסחאות

מושג	יחידות	נוסחאות
מספר ממוצע של מחזורי שעות לפקודת מכונה	[cycle/ins]	$CPI = \frac{CC(Clock\ Cycle)}{IC(Instruction\ count)} = \sum_{i=1}^n CPI_i \times w_i =$
מספר מחזורי שעות בתוכנית	[cycle/program]	$CC \left[\frac{cycle}{program} \right] = IC \left[\frac{ins}{program} \right] \times CPI \left[\frac{cycle}{ins} \right]$
זמן ריצה של תכנית	$\left[\frac{sec}{prog} \right]$	$CPUtime \left[\frac{sec}{prog} \right] = IC \left[\frac{ins}{program} \right] \times CPI \left[\frac{cycle}{ins} \right] \times CCT \left[\frac{sec}{cycle} \right]$ $CPUtime \left[\frac{sec}{prog} \right] = \frac{IC \left[\frac{ins}{program} \right] \times CPI \left[\frac{cycle}{ins} \right]}{CR \left[\frac{cycle}{sec} \right]}$
מדד ההאצה	יחס חסר יחידות	$Speedup = \frac{CPUTime_{slow}}{CPUTime_{fast}}$
כלל אמדל השפעה של שיפור חלק מהמערכת על כלל המערכת	יחס חסר יחידות	$CPUTime_{Fast} = CPUTime_{slow} \times \left[(1 - Fraction) + \frac{Fraction}{Speedup} \right]$ $Speedup_{Total} = \frac{1}{(1 - Fraction_{enhanced}) + \frac{Fraction_{enhanced}}{Speedup_{enhanced}}}$
מדד MIPS	[MIPS]	$MIPS = \frac{IC}{CPUTime \times 10^6} = \frac{CR}{CPI \times 10^6}$

תרגיל 1

למעבד A יש CPI ממוצע של 1.4 [cc/ins] וקצב שעון של 2GHz . למעבד B יש CPI ממוצע של 2.8 [cc/ins] וקצב שעון של 2.5GHz . ברצוננו להריץ תכנית נתונה. לאחר אסמבלי במעבד A, יהיו לתכנית זאת 300,000 פקודות (הכוונה בזמן ריצה). כמה פקודות (בזמן ריצה) צריך שיהיו לתכנית לאחר אסמבלי במעבד B כדי לקבל זמן הרצה שווה בשני המעבדים?

$$CPU\ TIME = CC * CCT = IC * CPI * CCT = \frac{IC * CPI}{CR}$$

תרגיל 1 - פתרון

$$CPU\ TIME = CC * CCT = IC * CPI * CCT = \frac{IC * CPI}{CR}$$

זמן הריצה של התוכנית במעבד A הוא:

$$CPUtime(A) = \frac{300,000[ins] \cdot 1.4[\frac{cc}{ins}]}{2 \cdot 10^9[\frac{cc}{sec}]} = 2.1 \cdot 10^{-4}sec$$

זהו גם זמן הריצה על מעבד B לפי נתוני השאלה.

נסמן ב-IC את מספר הפקודות שצריכות להיות לתוכנית לאחר אסמבלי במעבד B.

נחלץ את IC

$$IC = \frac{CPUtime * CR}{CPI} = \frac{2.1 \cdot 10^{-4}sec * 2.5 \cdot 10^9[\frac{cc}{sec}]}{2.8[\frac{cc}{ins}]} = 1.875 \cdot 10^5[Ins]$$

כלומר על מעבד B ירצו $1.875 \cdot 10^5$ פקודות (כ 60% מכמות הפקודות במעבד A)

תרגיל 2

נתונים שני יישומים שונים, P1 ו-P2, של אותו אוסף פקודות. ניתן לחלק את הפקודות ל-5 קבוצות שונות, A, B, C, D, ו-E. ל-P1 יש קצב שעון של 3 GHz, ול-P2 קצב שעון של 5 GHz. המספר הממוצע של מחזורי שעון לכל קבוצת פקודות עבור P1 ו-P2 הוא כדלקמן:

קבוצה	CPI על P1	CPI על P2
A	1	2
B	2	2
C	3	2
D	4	4
E	3	4

- א. "ביצוע שיא" מוגדר כקצב המהיר ביותר שבו מחשב יכול לבצע סדרת פקודות כלשהי. מהם ביצועי השיא של P1 ו-P2 מבוטאים בפקודות לשנייה?
- ב. אם מספר הפקודות המבוצעות בתכנית מסוימת מחולק באופן שווה בין הקבוצות, מלבד פקודות מקבוצה A, המופיעות בתכיפות גדולה פי 2 מכל אחת משאר הקבוצות, פי כמה מהיר P2 מ-P1?

תרגיל 2 - פתרון

א. סידרת הפקודות האידיאלית ל-P1 היא זו שמורכבת מפקודות מקבוצה A בלבד (שיש להן CPI 1 [cc/ins]). לכן, ביצוע השיא של P1 הוא:

$$(3 \cdot 10^9 \text{ cycles/second}) / (1 \text{ cycle/instruction}) = 3 \cdot 10^9 [\text{ins/sec}]$$

באופן דומה, סדרת הפקודות האידיאלית ל-P2 מכילה רק את הפקודות מהקבוצות A, B ו-C (שלוכלן יש CPI 2 [cc/ins]). לכן, ביצוע השיא של P2 הוא:

$$(5 \cdot 10^9 \text{ cycles/second}) / (2 \text{ cycle/instruction}) = 2.5 \cdot 10^9 [\text{ins/sec}]$$

ב. היות שיש 5 קבוצות שונות של פקודות, כל קבוצה תהווה שיטת ממוצע הפקודות, מלבד קבוצה A שתהווה 2/6. נמצא את מספר מחזורי השעון הממוצע לפקודה, עבור כל מעבד:

מתקבל ש P2 מהיר פי $1^{11}/_{24}$ מ-P1.

חישוב והסבר:

חישוב לפי סכום CPI ומס' הופעתם:

$$\text{CPI } p1 = (2 \cdot 1 + 2 + 3 + 4 + 3) / 6 = 2^{1/3} [\text{cc/ins}]$$

$$\text{CPI } p2 = (2 \cdot 2 + 2 + 2 + 4 + 4) / 6 = 2^{2/3} [\text{cc/ins}]$$

משוואת הביצועים הקלאסית:

$$\text{CPU time } p1 = \text{IC} \cdot \text{CPI} / \text{CR} = \text{IC} \cdot 2^{1/3} / 3 \cdot 10^9$$

$$\text{CPU time } p2 = \text{IC} \cdot \text{CPI} / \text{CR} = \text{IC} \cdot 2^{2/3} / 5 \cdot 10^9$$

נחלק את הזמן האיטי בזמן המהיר לקבלת מדד ההאצה (יחס ביצועים)

$$\text{CPU time } p1 / \text{CPU time } p2 = 1^{11}/_{24}$$

תרגיל 3

נתון מעבד מסוים עם מימוש של אוסף פקודות. הפקודות מתחלקות ל-4 סוגים, A, B, C ו-D. קצב השעון במימוש זה הוא 3.5Ghz ה-CPI של כל סוג הוא :

A -- 1 B -- 2 C -- 4 D -- 5

נתונה תכנית X המורכבת מ 10^9 פקודות התקבלה חלוקת השכיחויות לפי סוגי פקודות :

A -- 20% B -- 10% C -- 40% D -- 30%

(א) כמה זמן ייקח למעבד לבצע את התכנית?

(ב) צוות פיתוח האלגוריתם הצליח לשפר את האלגוריתם של תכנית X ויצר תכנית חדשה נקרא לה תכנית Y המורכבת מ 8×10^8 פקודות אבל משקלי הפקודות שונו ל :

A -- 10% B -- 10% C -- 20% D -- 60%

ומה מדד ההאצה ?

(ג) צוות פיתוח החומרה הצליח להעלות את תדר המעבד ל 5Ghz אולם כתוצאה מכך היו צורך לשנות את מימוש הפקודות והתקבלו ערכי CPI הבאים עבור 4 סוגי הפקודות.

A -- 4 B -- 5 C -- 6 D -- 9

מה זמן הריצה של המעבד בתדר המוגבר (5Ghz) עבור שתי גרסאות התוכנית ? האם השינוי משתלם ?

(ד) מה מדד ה MIPS עבור כל גרסת תכנית (X או Y) בשני מצבי התדר ?

[Mips]=million instructions per second

הגדרה מדד האצה (speedup): היחס בין מצב המערכת במצב האיטי למצב המערכת במצב המהיר (מחלקים במצב המהיר כלומר ה 100% הינו המצב המשופר)
בהנחה שהיה שיפור נקבל גודל חסר יחידות הגדול בערכו מאחד.

הערות:

- בדרך כלל מצב המערכת יימדד על סמך cpu time
- בהגדרה מצב מערכת ניתן להתייחס לשני מחשבים שונים או אותו מחשב בשינוי פרמטרים שונים (חומרה או תוכנה).

תרגיל 3 א

נתון מעבד מסוים עם מימוש של אוסף פקודות. הפקודות מתחלקות ל-4 סוגים, A, B, C ו-D. קצב

השעון במימוש זה הוא 3.5Ghz ה-CPI של כל סוג הוא :

A - - 1 B - - 2 C - - 4 D - - 5

נתונה תכנית X המורכבת מ 10^9 פקודות התקבלה חלוקת השכיחויות לפי סוגי פקודות :

A - - 20% B - - 10% C - - 40% D - - 30%

א) כמה זמן ייקח למעבד לבצע את התכנית?

תרגיל 3א - פתרון

א. למעבד יידרשו 1 שניות לבצע את התוכנית.

חישוב והסבר :

נחשב ממוצע של CPI של התוכנית X

$$0.2 * 1 + 0.1 * 2 + 0.4 * 4 + 0.3 * 5 = 3.5 \left[\frac{Cc}{Ins} \right]$$

ונקבל שזמן הריצה של מעבד P1 הוא :

$$\frac{IC * CPI}{CR} = \frac{10^9 \left[\frac{Ins}{P} \right] * 3.5 \left[\frac{Cc}{Ins} \right]}{3.5 * 10^9 \left[\frac{Cc}{Sec} \right]} = 1 \left[\frac{sec}{P} \right]$$

תרגיל 3 ב

נתון מעבד מסוים עם מימוש של אוסף פקודות. הפקודות מתחלקות ל-4 סוגים, A, B, C ו-D. קצב השעון במימוש זה הוא 3.5Ghz ה-CPI של כל סוג הוא :

A -- 1 B -- 2 C -- 4 D -- 5

נתונה תכנית X המורכבת מ 10^9 פקודות התקבלה חלוקת השכיחויות לפי סוגי פקודות:

A -- 20% B -- 10% C -- 40% D -- 30%

ב) צוות פיתוח האלגוריתם הצליח לשפר את האלגוריתם של תכנית X ויצר תכנית חדשה נקרא לה תכנית Y המורכבת מ 8×10^8 פקודות אבל משקלי הפקודות שונו ל :

A -- 10% B -- 10% C -- 20% D -- 60% האם שיפור האלגוריתם שיפר את זמן הריצה?

ומה מדד ההאצה ?

תרגיל 3ב - פתרון

ב.

שיפור האלגוריתם שיפר את זמן הריצה. מדד ההאצה הוא 1.067.

חישוב והסבר :

$$0.1 * 1 + 0.1 * 2 + 0.2 * 4 + 0.6 * 5 = 4.1 \left[\frac{Cc}{Ins} \right]$$

$$\frac{IC * CPI}{CR} = \frac{8 * 10^8 \left[\frac{Ins}{P} \right] * 4.1 \left[\frac{Cc}{Ins} \right]}{3.5 * 10^9 \left[\frac{Cc}{Sec} \right]} = 0.93714 \left[\frac{sec}{P} \right]$$

ולכן מדד ההאצה :

$$\frac{1 \left[\frac{sec}{P} \right]}{0.93714 \left[\frac{sec}{P} \right]} = 1.067$$

תרגיל 3 ג

נתון מעבד מסוים עם מימוש של אוסף פקודות. הפקודות מתחלקות ל-4 סוגים, A, B, C ו-D. קצב השעון במימוש זה הוא 3.5Ghz ה-CPI של כל סוג הוא :

A -- 1 B -- 2 C -- 4 D -- 5

נתונה תכנית X המורכבת מ 10^9 פקודות התקבלה חלוקת השכיחויות לפי סוגי פקודות :

A -- 20% B -- 10% C -- 40% D -- 30%

ג) צוות פיתוח החומרה הצליח להעלות את תדר המעבד ל 5Ghz אולם כתוצאה מכך היו צורך לשנות את מימוש הפקודות והתקבלו ערכי CPI הבאים עבור 4 סוגי הפקודות.

A -- 4 B -- 5 C -- 6 D -- 9

מה זמן הריצה של המעבד בתדר המוגבר (5Ghz) עבור שתי גרסאות התוכנית ? האם השינוי משתלם ?

תרגיל 3 - פתרון

ג. זמן הריצה של המעבד בתדר המוגבר (5GHz) עבור תוכנית X הוא 1.28 שניות.
חישוב והסבר :

$$0.2 * 4 + 0.1 * 5 + 0.4 * 6 + 0.3 * 9 = 6.4 \left[\frac{Cc}{Ins} \right]$$

$$\frac{IC * CPI}{CR} = \frac{10^9 \left[\frac{Ins}{P} \right] * 6.4 \left[\frac{Cc}{Ins} \right]}{5 * 10^9 \left[\frac{Cc}{Sec} \right]} = 1.28 \left[\frac{sec}{P} \right]$$

זמן הריצה של המעבד בתדר המוגבר (5GHz) עבור תוכנית Y הוא 1.2 שניות.
חישוב והסבר :

$$0.1 * 4 + 0.1 * 5 + 0.2 * 6 + 0.6 * 9 = 7.5 \left[\frac{Cc}{Ins} \right]$$

$$\frac{IC * CPI}{CR} = \frac{8 * 10^8 \left[\frac{Ins}{P} \right] * 7.5 \left[\frac{Cc}{Ins} \right]}{5 * 10^9 \left[\frac{Cc}{Sec} \right]} = 1.2 \left[\frac{sec}{P} \right]$$

השינוי לא השתלם מכיוון שקיבלנו זמני ריצה איטיים לפי החישובים של זמני הריצה
בסעיפים א ו ב.

תרגיל 3 ד

נתון מעבד מסוים עם מימוש של אוסף פקודות. הפקודות מתחלקות ל-4 סוגים, A, B, C, ו-D. קצב השעון במימוש זה הוא 3.5Ghz ה-CPI של כל סוג הוא :

A -- 1 B -- 2 C -- 4 D -- 5

נתונה תכנית X המורכבת מ 10^9 פקודות התקבלה חלוקת השכיחויות לפי סוגי פקודות :

A -- 20% B -- 10% C -- 40% D -- 30%

ד) מה מדד ה MIPS עבור כל גרסת תכנית (X או Y) בשני מצבי התדר ?

[Mips]=million instructions per second

$$MIPS = \frac{IC}{CPUTIME * 10^6} = \frac{CR}{CPI * 10^6}$$

תרגיל 3 - פתרון

ד.

מדד ה-MIPS של תכנית X בתדר המקורי (3.5 GHz) הוא 1000 [MIPS].

חישוב והסבר :

$$\frac{3.5 * 10^9}{3.5 * 10^6} = 1000 [MIPS]$$

מדד ה-MIPS של תכנית Y בתדר המקורי (3.5 GHz) הוא 853.6585 [MIPS].

חישוב והסבר :

$$\frac{3.5 * 10^9 [\frac{cc}{sec}]}{4.1 [\frac{cc}{ins}] * 10^6} = 853.6585 [MIPS]$$

מדד ה-MIPS של תכנית X בתדר המוגבר (5 GHz) הוא 781.25 [MIPS].

חישוב והסבר :

$$\frac{5 * 10^9 [\frac{cc}{sec}]}{6.4 [\frac{cc}{ins}] * 10^6} = 781.25 [MIPS]$$

מדד ה-MIPS של תכנית Y בתדר המוגבר (5 GHz) הוא 666.6666 [MIPS].

חישוב והסבר :

$$\frac{5 * 10^9 [\frac{cc}{sec}]}{7.5 [\frac{cc}{ins}] * 10^6} = 666.667 [MIPS]$$

המדד האמין למדידת ביצועים הוא זמן הריצה ולא מדד ה-MIPS.

תרגיל 4

נתון מעבד P1 העובד בתדר 3.5Ghz יש לו ארבעה סוגי פקודות. נפרט את ה-CPI לכל סוג פקודה ואת שכיחות ההופעה של אותו סוג בתכניות:

סוג פקודה	CPI	שכיחות
A	2	45%
B	3	25%
C	3	25%
D	5	5%

צוות פיתוח החומרה הצליח להגדיל את התדר ל-4GHz מבלי לשנות את סט הפקודות (ISA). בעקבות הגדלת התדר התקבלו ערכי CPI הבאים.

סוג פקודה	CPI	שכיחות
A	2	45%
B	2	25%
C	4	25%
D	5	5%

נקרא למעבד זה P2.

א. מהו ה-CPI לכל מעבד?

ב. מהו ערך ה-MIPS המתאים לכל מעבד?
(הכוונה ל Million instructions per second)

ג. פי כמה מהיר P2 מ-P1?

ד. עתה צוות פיתוח התוכנה מציע לשפר את המהדר של המעבד P1. נקרא למעבד העובד עם המהדר החדש P1new. האלגוריתם כעת על P1new מתבצע בצורה יותר יעילה, ועתה יש צורך לבצע פחות פקודות מכל סוג. נציג בטבלה עבור כל קבוצת פקודות את האחוז שיש לבצע ב-P1new:

סוג פקודה	אחוז ביצוע לעומת P1
A	90%
B	80%
C	85%
D	60%

לדוגמה, אם מעבד P1 מבצע 500 פקודות מסוג A, P1new יבצע $500 \cdot 0.9 = 450$ פקודות עבור אותה תכנית. מהו ה-CPI עבור P1new?
(שימו לב שמשקליו/שכיחויות סוגי הפקודות שווו ולא ה-CPI של כל סוג)
ה. פי כמה P1new יותר מהיר מ-P1?

ו. אם יש אפשרות לשלב את שיפור החומרה וגם את המהדר המשופר, ונקבל מעבד P2new, פי כמה P2new יהיה מהיר מ-P1?

תרגיל 4 א-ג

נתון מעבד P1 העובד בתדר 3.5Ghz יש לו ארבעה סוגי פקודות. נפרט את ה-CPI לכל סוג פקודה ואת שכיחות ההופעה של אותו סוג בתכניות:

סוג פקודה	CPI	שכיחות
A	2	45%
B	3	25%
C	3	25%
D	5	5%

צוות פיתוח החומרה הצליח להגדיל את התדר ל-4GHz מבלי לשנות את סט הפקודות (ISA). בעקבות הגדלת התדר התקבלו ערכי CPI הבאים.

סוג פקודה	CPI	שכיחות
A	2	45%
B	2	25%
C	4	25%
D	5	5%

נקרא למעבד זה P2.

א. מהו ה-CPI לכל מעבד?

ב. מהו ערך ה-MIPS המתאים לכל מעבד?
(הכוונה ל Million instructions per second)

ג. פי כמה מהיר P2 מ-P1?

תרגיל 4 א-ג - פתרון

א. נחשב את ה-CPI הממוצע של כל מעבד :

$$CPI_{P1} = 0.45 \cdot 2 \left[\frac{Cc}{Ins} \right] + 0.25 \cdot 3 \left[\frac{Cc}{Ins} \right] + 0.25 \cdot 3 \left[\frac{Cc}{Ins} \right] + 0.05 \cdot 5 \left[\frac{Cc}{Ins} \right] = 2.65 \left[\frac{Cc}{Ins} \right]$$

$$CPI_{P2} = 0.45 \cdot 2 \left[\frac{Cc}{Ins} \right] + 0.25 \cdot 2 \left[\frac{Cc}{Ins} \right] + 0.25 \cdot 4 \left[\frac{Cc}{Ins} \right] + 0.05 \cdot 5 \left[\frac{Cc}{Ins} \right] = 2.65 \left[\frac{Cc}{Ins} \right]$$

קיבלנו תוצאה זהה

ב. נחשב את ערך ה-MIPS המתאים לכל מעבד :

$$MIPS_{P1} = \frac{3.5 \cdot 10^9 \frac{cycle}{sec}}{2.65 \left[\frac{Cc}{Ins} \right] \cdot 10^6} = 1320.75 MIPS$$

$$MIPS_{P2} = \frac{4 \cdot 10^9 \frac{cycle}{sec}}{2.65 \left[\frac{Cc}{Ins} \right] \cdot 10^6} = 1509.43 MIPS$$

ג. היות ש-P1 ו-P2 משתמשים באותו אוסף פקודות, ניתן לייצג את הביצוע היחסי כיחס בין ערכי ה-MIPS שלהם

P2 מהיר מ-P1 פי :

$$\frac{MIPS_{P2}}{MIPS_{P1}} = \frac{1509.43}{1320.75} = 1.143$$

תרגיל 4 ד-ו

נתון מעבד P1 העובד בתדר 3.5Ghz יש לו ארבעה סוגי פקודות. נפרט את ה-CPI לכל סוג פקודה ואת שכיחות ההופעה של אותו סוג בתכניות:

סוג פקודה	CPI	שכיחות
A	2	45%
B	3	25%
C	3	25%
D	5	5%

צוות פיתוח החומרה הצליח להגדיל את התדר ל-4GHz מבלי לשנות את סט הפקודות (ISA). בעקבות הגדלת התדר התקבלו ערכי CPI הבאים.

סוג פקודה	CPI	שכיחות
A	2	45%
B	2	25%
C	4	25%
D	5	5%

נקרא למעבד זה **P2**.

ד. עתה צוות פיתוח התוכנה מציע לשפר את המהדר של המעבד **P1**. נקרא למעבד העובד עם המהדר החדש **P1new**. האלגוריתם כעת על **P1new** מתבצע בצורה יותר יעילה, ועתה יש צורך לבצע פחות פקודות מכל סוג. נציג בטבלה עבור כל קבוצת פקודות את האחוז שיש לבצע ב **P1new**:

סוג פקודה	אחוז ביצוע לעומת P1
A	90%
B	80%
C	85%
D	60%

לדוגמה, אם מעבד **P1** מבצע 500 פקודות מסוג A, **P1new** יבצע $500 \cdot 0.9 = 450$ פקודות עבור אותה תכנית. מהו ה-CPI עבור **P1new**?
(שימו לב שמשקל/שכיחויות סוגי הפקודות שווה ולא ה-CPI של כל סוג)
ה. פי כמה **P1new** יותר מהיר מ-**P1**?

ו. אם יש אפשרות לשלב את שיפור החומרה וגם את המהדר המשופר, ונקבל מעבד **P2new**, פי כמה **P2new** יהיה מהיר מ-**P1**?

תרגיל 4 ד-ו - פתרון

ד. נחשב את ה-CPI של P1new, בהתאם לשיפור המהדר

$$CPI_{P1new} = \frac{0.9 \cdot 0.45 \cdot 2 \left[\frac{Cc}{Ins} \right] + 0.8 \cdot 0.25 \cdot 3 \left[\frac{Cc}{Ins} \right] + 0.85 \cdot 0.25 \cdot 3 \left[\frac{Cc}{Ins} \right] + 0.6 \cdot 0.05 \cdot 5 \left[\frac{Cc}{Ins} \right]}{0.9 \cdot 0.45 + 0.8 \cdot 0.25 + 0.85 \cdot 0.25 + 0.6 \cdot 0.05}$$

$$= \frac{0.81 + 0.6 + 0.6375 + 0.15}{0.8475} = \frac{2.1975}{0.8475} = 2.593 \left[\frac{Cc}{Ins} \right]$$

הערך במכנה 0.8475 אומר שבעצם IC החדש עבור המהדר P1new הוא 84.75% מ IC של התכנית המקורית.

ה. נמצא את זמן הביצוע של שני המעבדים. (יותר מדויק שתי תצורות התכנית)

$$CPU \text{ time } P1 = (IC * CPI) / \text{clock rate} = (IC * 2.65) / \text{clock rate}$$

$$CPU \text{ time } P1new = (IC * 0.8475 * 2.593) / \text{clock rate} = (IC * 2.197) / \text{clock rate}$$

ולכן מדד ההאצה יהיה:

$$(IC * 2.65) / \text{clock rate} / (IC * 2.197) / \text{clock rate} = 2.65 / 2.197 = 1.206$$

(כלומר תצורת p1new מהירה יותר מתצורת p1 פי 1.206)

ו. נחשב את ה-CPI של P2new:

$$CPI_{P2new} = \frac{0.9 \cdot 0.45 \cdot 2 \left[\frac{Cc}{Ins} \right] + 0.8 \cdot 0.25 \cdot 2 \left[\frac{Cc}{Ins} \right] + 0.85 \cdot 0.25 \cdot 4 \left[\frac{Cc}{Ins} \right] + 0.6 \cdot 0.05 \cdot 5 \left[\frac{Cc}{Ins} \right]}{0.9 \cdot 0.45 + 0.8 \cdot 0.25 + 0.85 \cdot 0.25 + 0.6 \cdot 0.05}$$

$$= \frac{0.81 + 0.4 + 0.85 + 0.15}{0.8475} = \frac{2.21}{0.8475} = 2.608 \left[\frac{Cc}{Ins} \right]$$

הערך במכנה 0.8475 אומר שבעצם IC החדש עבור המהדר P2new הוא 84.75% מ IC של התכנית המקורית.

זמן הביצוע של P2new יהיה

$$(IC_{p2new} * CPI_{p2new}) / CR_{p2} = (IC * 0.8475 * 2.608 [cc/ins]) / 4 * 10^9 [Hz]$$

את ה cpi הממוצע של P1 כבר חישבנו ולכן זמן הביצוע של p1 הוא:

$$(IC * 2.65 [cc/ins]) / 3.5 * 10^9$$

נחלק אותם זה בזה ונקבל ש p2new מהיר מ p1 פי 1.37.

תרגיל 5

נתונה מכונה בה 4% מהמערכת לא ניתן למקבל, לכן לא ניתן לשפר את הביצועים של חלק זה של המכונה. את השאר ניתן למקבל.

- א. מה ה speedup עם מקבול של פי 4 ?
- ב. מה ה speedup עם מקבול של פי 16 ?
- ג. מה ה speedup המקסימאלי התאורטי שניתן לקבל עם אין-סוף מקבול ?

הערה : ההנחה היא שהמקבול ישפר את הביצועים של המכונה באותו היחס.

$$T_{\text{improved}} = \frac{T_{\text{affected}}}{\text{improvement factor}} + T_{\text{unaffected}}$$

$$ExTime_{\text{new}} = ExTime_{\text{old}} \times \left[(1 - Fraction) + \frac{Fraction}{Speedup} \right]$$

$$Speedup_{\text{overall}} = \frac{CPUTime_{\text{old}}}{CPUTime_{\text{new}}} = \frac{1}{(1 - Fraction_{\text{enhanced}}) + \frac{Fraction_{\text{enhanced}}}{Speedup_{\text{enhanced}}}}$$

תרגיל 5 - פתרון

לפי חוק אמדל

$$Speedup_{overall} = \frac{CPUTime_{old}}{CPUTime_{new}} = \frac{1}{(1 - Fraction_{enhanced}) + \frac{Fraction_{enhanced}}{Speedup_{enhanced}}}$$

$$Fraction_{enhanced} = 0.96 = F$$

א.

$$Speedup = \frac{1}{(1 - F) + \frac{F}{S_F}} = \frac{1}{0.04 + \frac{0.96}{4}} = 3.571$$

ב.

$$Speedup = \frac{1}{(1 - F) + \frac{F}{S_F}} = \frac{1}{0.04 + \frac{0.96}{16}} = 10$$

ג.

$$Speedup < \lim_{S_F \rightarrow \infty} Speedup = \frac{1}{1 - F} = \frac{1}{0.04} = 25$$