



מבוא לארגון המחשב

- היסטוריה ורקע כללי
- סוגי מעבדים
- הערכת ביצועי מעבד ←
- רקע מתמטי - המרת בסיסים
- פעולות שונות בבסיס בינארי
- אלגברה בוליאנית ושערים לוגיים

הערכת ביצועי מעבד



קיימים בעולם מעבדים רבים של חברות שונות הפועלים בטכנולוגיות שונות. כאשר אנחנו רוצים לרכוש מחשב חדש, כיצד נוכל להחליט איזה מחשב לרכוש וכמה להסכים לשלם עליו?

ישנם מדדים שונים לחישוב מהירות המעבד. בשיעור זה נלמד על שני מדדים, אחד מהם גרוע ועלול לתת תוצאות לא נכונות (ולכן הוא לא בשימוש, אבל בקורס הזה אנחנו צריכים לדעת אותו) והשני טוב יותר, אמין ושימושי. אך לפני שנתחיל, עלינו לצבור קצת ידע ומושגים:

בתוך כל מעבד קיים שיעון פנימי הדופק בקצב כלשהו. המהירות שבה השיעון מתקתק יכולה להימדד על ידי בדיקה של "כמה זמן לוקח כל מחזור שיעון במונחים של שניה?" וכן יכולה להימדד על ידי התדירות של כמות מחזורי השיעון בשנייה אחת.

את אורך זמן מחזור שיעון אחד אנחנו מסמנים ב: $CCT = \text{Clock Cycle Time [sec]}$ ואילו את תדר השיעון מסמנים: $CR = \text{Clock Rate [1/sec]}$.
ככל שזמן המחזור של השיעון קצר יותר, כך התדר שלו גדול יותר שכן נכנסים יותר מחזורים בשנייה.

היחס בין המהירות לקצב הוא יחס הופכי: $CCT = \frac{1}{CR}$. למה כל זה חשוב? כי לפעמים יתנו לנו את זמן המחזור ולפעמים את קצב השיעון ואנחנו נצטרך לדעת לעבור מאחד לשני.

במעבדים שונים פקודות שונות יכולות לקחת כמות פקודות מכונה שונות. לדוגמה, במעבד מסוים הפקודה לחבר שני מספרים יחד יכולה לקחת 3 פקודות מכונה, ואילו במעבד אחר הפקודה יכולה לקחת 5 פקודות מכונה. בנוסף, פקודה כלשהי יכולה לקחת זמן מסוים ואילו פקודה אחרת זמן אחר. לדוגמה, במעבד מסוים, יכולות להיות פקודות מכונה שלוקחות 3 פעימות שיעון, ופקודות אחרות שלוקחות 6 פעימות שיעון...

לרוב, נרצה לחשב כמה פעימות שיעון בממוצע לוקחת כל פקודת מכונה על גבי המעבד הזה. לצורך כך נצטרך לדעת כמה פעימות שיעון לוקחת כל פקודה בתוכנית, וכן את כמות הפקודות מכל סוג שיש בתוכנית. מספר הפעימות הממוצע שלוקח לפקודה נקרא: $CPI = \text{Clock Per Instruction [Cc/ins]}$.

כמות הפקודות שיש בתוכנית נקראת $IC = \text{Instruction Count}$, כמות מחזורי השיעון שלוקח להריץ תוכנית נקראת: $CC = \text{Clock Cycle}$.

ביצועי שיא מוגדרים כביצועים הטובים ביותר שמעבד מסוים יכול להפגין. לבדיקת ביצועי שיא של מעבד ניקח את הפקודות הקצרות ביותר הרצות על גבי המעבד.

הערכת ביצועי מעבד



עם הידע שצברנו עד כה נוכל להגדיר את שני המדדים למהירות של מעבד:

1. מדד זמן ריצת תוכנית - CPU Time - מדד איכותי הבודק כמה זמן (בשניות) לוקח לתוכנית לרוץ על גבי המעבד. (הבדיקה נעשית ב"תנאי מעבדה" ומתעלמת מתוכניות נוספות הרצות ברקע כמו מערכת הפעלה וכולי). ככל שלוקח פחות זמן להריץ את התוכנית, כך המעבד טוב יותר. במידה ויש לנו שני מעבדים עם זמני ריצה שונים, נוכל לחשב את "מדד ההאצה" באמצעות חלוקת זמן הביצוע האיטי בזמן הביצוע המהיר. ככל שמדד ההאצה גדול יותר כך המעבד המהיר מצורה משמעותית יותר מהמעבד האיטי. בחישוב מדד ההאצה, נתייחס למהירות המעבד המהיר יותר כ-"השלם", לדוגמה אם יש מעבד המבצע את התוכנית בשנייה אחת ומעבד אחר בשנייה וחצי, הרי שמדד ההאצה הוא 1.5.

2. מדד מיליון פקודות בשנייה - MIPS - מדד בעייתי ולא שימושי הבודק כמה מיליוני פקודות מכונה המעבד מסוגל להריץ בשנייה אחת. המדד בעייתי מסיבות שונות. בין השאר, כאשר מריצים תוכנית מסוימת על מעבד מסוים, האסמבלר של המעבד המתרגם את התוכנית לשפת מכונה יכול להפוך פקודות מסוימות לכמה פקודות מכונה. על גבי מעבד אחד פקודה מסוימת הופכת ל-2 פקודות מכונה, ואילו על גבי מעבד אחר ל-100 פקודות מכונה. ברור אם כן שהמדד המחשב כמה מיליוני פקודות מכונה המעבד מבצע בשנייה אחת, לא אמין כלל.

מושג נוסף שחשוב שנכיר, נקרא "חוק אמדל". החוק קובע כי כאשר יש באפשרותנו לשפר חלק מסוים מהמערכת (לדוגמה: להפוך משפחה מסוימת של פקודות למהירה יותר), נעדיף לשפר את החלק השכיח ביותר במערכת. אם לדוגמה אפשר לשפר סוג מסוים של פקודות הלוקח 10% מסך התוכנית בשיפור של 50% ולעומת זאת אפשר לשפר סוג אחר של פקודות הלוקח 50% מהתוכנית בשיפור של 10%, נעדיף לשפר את הפקודות הלוקחות נפח גדול יותר מהתוכנית.

$$\frac{1}{(1 - 0.1) + \frac{0.1}{1.5}} = 1.0345 < \frac{1}{(1 - 0.5) + \frac{0.5}{1.1}} = 1.0476$$

הערכת ביצועי מעבד



סימון	פירוש	יחידות	מושג
CCT	Clock Cycle Time	[sec]	זמן מחזור שעון
CR	Clock Rate	[1/sec]=[Hz]	תדירות השעון
CC	Clock Cycle	[Cc/program]	מספר מחזורי שעון בתוכנית
IC	Instruction Count	[ins/program]	מספר פקודות מכונה בתוכנית
CPI	Clock Per Instruction	[Cc/ins]	מספר ממוצע של מחזורי שעון לפקודה אחת
CPU Time	Central Processing Unit Time	[sec/program]	זמן הריצה של תוכנית
Speedup			גורם ההאצה (חלוקת הביצועים האיטיים במהירים)
MIPS	Million Instructions Per Second	[MIPS]	מיליון פקודות בשנייה

מספרים גדולים או קטנים מאוד						
m	10^{-3}	מילי		K	10^3	קילו
μ	10^{-6}	מיקרו		M	10^6	מגה
n	10^{-9}	ננו		G	10^9	גיגה
p	10^{-12}	פיקו		T	10^{12}	טרה

נוסחאות	יחידות	מושג
$CPI = \sum_i CPI_i \cdot \omega_i$	[Cc/ins]	מספר ממוצע של מחזורי שעון לפקודה אחת
$CPU\ Time = CC \cdot CCT = \frac{CC}{CR} = IC \cdot CPI \cdot CCT = \frac{IC \cdot CPI}{CR}$	[sec/program]	זמן הריצה של תוכנית
$MIPS = \frac{IC}{CPU\ Time \cdot 10^6} = \frac{CR}{CPI \cdot 10^6}$	[MIPS]	מיליון פקודות בשנייה
$Speedup = \frac{CPU\ Time\ SLOW}{CPU\ Time\ FAST}$		מדד האצה (להשוואה בין מעבד איטי למעבד מהיר)
$Speedup = \frac{1}{(1 - F_{\text{החלק המשופר}}) + \frac{F_{\text{החלק המשופר}}}{Speedup_{\text{אחוז השיפור}}}}$		חוק אמדל (לחישוב השיפור הכללי של תוכנית שרק חלק ממנה עבר שיפור)

הערכת ביצועי מעבד



נתון מעבד העובד בתדר של 1Ghz באופן שהגישה לזיכרון מבוצעת דרך פקודות load/store בלבד. שכיחות הפקודות עבור הרצת תכנית מסוימת המכילה 10^9 פקודות היא:

CPI[CC/ins]	שכיחות	קבוצה
1	40%	ALU
2	20%	LOAD
2	10%	STORE
2	30%	BRANCH

א. "ביצוע שיא" מוגדר כקצב המהיר ביותר שבו מחשב יכול לבצע סדרת פקודות כלשהי. מהם ביצועי השיא מבוטאים בפקודות לשנייה?

בחישוב "ביצועי שיא" ניקח בחשבון רק את הפקודות בעלות ה-CPI הנמוך ביותר. במקרה שלנו, נחשב כמות הפקודות לשנייה המסוגלות להתבצע אילו המעבד שלנו היה מריץ רק פקודות מסוג ALU בעלות $CPI=1$:

$$\frac{CR \left[\frac{CC}{sec} \right]}{CPI \left[\frac{CC}{ins} \right]} = \frac{1 \cdot 10^9}{1} = 10^9 \left[\frac{ins}{sec} \right]$$

הערכת ביצועי מעבד



נתון מעבד העובד בתדר של 1Ghz באופן שהגישה לזיכרון מבוצעת דרך פקודות load/store בלבד. שכיחות הפקודות עבור הרצת תכנית מסוימת המכילה 10^9 פקודות היא:

CPI[CC/ins]	שכיחות	קבוצה
1	40%	ALU
2	20%	LOAD
2	10%	STORE
2	30%	BRANCH

ב. מהו זמן הריצה של התוכנית בנתוני השאלה?

ראשית עלינו לחשב את ה-CPI הממוצע לפי הנוסחה: $CPI = \sum_i CPI_i \cdot \omega_i$

$$CPI = 1 \cdot 0.4 + 2 \cdot 0.2 + 2 \cdot 0.1 + 2 \cdot 0.3 = 1.6 \left[\frac{CC}{ins} \right]$$

כעת נוכל לחשב את זמן הריצה לפי הנוסחה: $CPU\ Time = CC \cdot CCT = \frac{CC}{CR} = IC \cdot CPI \cdot CCT = \frac{IC \cdot CPI}{CR}$

$$CPU\ Time = \frac{10^9 \left[\frac{ins}{p} \right] \cdot 1.6 \left[\frac{CC}{ins} \right]}{10^9 \left[\frac{CC}{sec} \right]} = 1.6 \left[\frac{sec}{p} \right]$$

הערכת ביצועי מעבד



נתון מעבד העובד בתדר של 1Ghz באופן שהגישה לזיכרון מבוצעת דרך פקודות load/store בלבד. שכיחות הפקודות עבור הרצת תכנית מסוימת המכילה 10^9 פקודות היא:

קבוצה	שכיחות	CPI[Cc/ins]
ALU	40%	1
LOAD	20%	2
STORE	10%	2
BRANCH	30%	2

ג. כעת מוצע לבצע שינוי חומרה במעבד ולהוסיף משפחה חדשה של פקודות LALU היכולה לבצע שתי פעולות במהלך ביצועה. פעולת LOAD ופעולת ALU. בבדיקת התכנית הנתונה התגלה שרבע מפקודות ה-ALU משתמשות באחד האופרנדים שהובא בפקודת LOAD קודמת. ולכן ניתן להחליף צירוף פקודות זה בפקודת LALU בודדת. מה כעת התפלגות הפקודות עם המשפחה החדשה LALU?
(הערה: שימו לב שכמות הפקודות הכללית יורדת משום שאנחנו מחליפים שתי פקודות LOAD+ALU בפקודת LALU אחת).

נחשב את כמות הפקודות מכל קבוצה לפני ואחרי השינוי ומתוך כך נגזור את שכיחות הפקודות:

לאחר השינוי

קבוצה	שכיחות	כמות פקודות
ALU	3/9%	300,000,000
LOAD	1/9%	100,000,000
LALU	1/9%	100,000,000
STORE	1/9%	100,000,000
BRANCH	3/9%	300,000,000

לפני השינוי

קבוצה	שכיחות	כמות פקודות
ALU	40%	400,000,000
LOAD	20%	200,000,000
STORE	10%	100,000,000
BRANCH	30%	300,000,000

סך כמות הפקודות לאחר השינוי: $9 \cdot 10^8$

הערכת ביצועי מעבד



נתון מעבד העובד בתדר של 1Ghz באופן שהגישה לזיכרון מבוצעת דרך פקודות load/store בלבד. שכיחות הפקודות עבור הרצת תכנית מסוימת המכילה 10^9 פקודות היא:

CPI[CC/ins]	שכיחות	קבוצה
1	40%	ALU
2	20%	LOAD
2	10%	STORE
2	30%	BRANCH

ד. את שינוי החומרה ניתן לבצע כך שה-CPI של פקודת LALU הוא $3[CC/ins]$. האם יש שיפור בזמן הרצת התוכנית בעקבות השינוי? מהו מדד ההאצה?

אפשר מיד לראות כי זמן הביצוע של פקודת ALU הוא 1 פעימות שעון, וזמן הביצוע של הפקודה LOAD הוא 2 פעימות שעון, ולכן ברור מיד שביצוען יחד באותה פקודה שזמן ביצועה הוא 3 פעימות שעון לא ישפר את זמן הריצה של התוכנית, ולכן מדד ההאצה יהיה 1. נציג את דרך החישוב:

$$\text{ה-CPI הממוצע לפי הנוסחה: } CPI = \sum_i CPI_i \cdot \omega_i$$

$$CPI = 1 \cdot \frac{3}{9} + 2 \cdot \frac{1}{9} + 3 \cdot \frac{1}{9} + 2 \cdot \frac{1}{9} + 2 \cdot \frac{3}{9} = \frac{16}{9} \left[\frac{CC}{ins} \right]$$

$$\text{נחשב את זמן הריצה לפי הנוסחה: } CPU\ Time = CC \cdot CCT = \frac{CC}{CR} = IC \cdot CPI \cdot CCT = \frac{IC \cdot CPI}{CR}$$

$$CPU\ Time = \frac{9 \cdot 10^8 \left[\frac{ins}{p} \right] \cdot \frac{16}{9} \left[\frac{CC}{ins} \right]}{10^9 \left[\frac{CC}{sec} \right]} = 1.6 \left[\frac{sec}{p} \right]$$

ובכן, ברור שאם זמן הריצה לאחר השינוי זהה לזה שלפני השינוי, הרי שאם נחשב את מדד ההאצה נקבל 1.

הערכת ביצועי מעבד



נתון מעבד העובד בתדר של 1Ghz באופן שהגישה לזיכרון מבוצעת דרך פקודות load/store בלבד. שכיחות הפקודות עבור הרצת תכנית מסוימת המכילה 10^9 פקודות היא:

CPI[CC/ins]	שכיחות	קבוצה
1	40%	ALU
2	20%	LOAD
2	10%	STORE
2	30%	BRANCH

ה. קיימת אפשרות נוספות לביצוע השינוי של הוספת פקודת LALU באופן הבא: ה-CPI של הפקודה החדשה יהיה $2[CC/ins]$, אולם ה-CPI של הפקודה BRANCH יהיה $3[CC/ins]$. האם יש שיפור בזמן הרצת התוכנית בעקבות השינוי? מהו מדד ההאצה?

ה-CPI הממוצע לפי הנוסחה: $CPI = \sum_i CPI_i \cdot \omega_i$

$$CPI = 1 \cdot \frac{3}{9} + 2 \cdot \frac{1}{9} + 2 \cdot \frac{1}{9} + 2 \cdot \frac{1}{9} + 3 \cdot \frac{3}{9} = 2 \left[\frac{CC}{ins} \right]$$

נחשב את זמן הריצה לפי הנוסחה: $CPU Time = CC \cdot CCT = \frac{CC}{CR} = IC \cdot CPI \cdot CCT = \frac{IC \cdot CPI}{CR}$

$$CPU Time = \frac{9 \cdot 10^8 \left[\frac{ins}{p} \right] \cdot 2 \left[\frac{CC}{ins} \right]}{10^9 \left[\frac{CC}{sec} \right]} = 1.8 \left[\frac{sec}{p} \right]$$

מדד ההאצה יהיה גדול מאחד שכן זמן הביצוע החדש ארוך מהישן: $\frac{CPU Time_{new}}{CPU Time_{old}} = \frac{1.8}{1.6} = 1.125$. מכאן ברור שדווקא המצב שלפני ה"שיפור" טוב יותר.

הערכת ביצועי מעבד



ברצוננו להשוות שני סוגי מעבדים שעושים פעולות על מחרוזות. במעבד האחד שנסמנו ב-P1 יש חומרה מיוחדת שמבצעת פקודות מסוימות על מחרוזות, ובשני, שנסמנו ב-P2 אין תמיכת חומרה בעבודה מול מחרוזת ולכן כל פקודה לטיפול במחרוזת (מעין פסיאודו פקודה) מתורגמת על ידי האסמבלר לקטע קוד של מספר פקודות מכונה.

- בתכנית אותה אנו בודקים החלוקה של הפעולות באחוזים הינה:
- מחיקת תו ממחרוזת 20%.
 - הוספת תו למחרוזת 15%.
 - איתור תו במחרוזת 25%.
 - פקודות שאינן פקודות לטיפול במחרוזת 40%.

ל-P1 יש חומרה לטיפול בפקודות המחרוזת ולכן מיישם אותן ישירות. פירוט מחזורי השעון שהוא צריך לכל פקודה:

פקודה	CPI[CC/ins]
מחיקת תו ממחרוזת	20
הוספת תו למחרוזת	12
איתור תו במחרוזת	8
פקודות שאינן פקודות מחרוזת	4

מעבד P2 מיישם כל פקודת מחרוזת באמצעות אוסף פקודות מכונה. במעבד זה פקודת מחרוזת היא מעין פקודה (פסיאודו פקודה) והאסמבלר מתרגם פעולת מחרוזת לפקודת מכונה (פקודה "אמיתית") של המעבד. מספר פקודות המכונה הנדרשות לפקודת מחרוזת במעבד P2 הינו:

פקודה	כמות פקודות מכונה	CPI[CC/ins]
מחיקת תו ממחרוזת	40	3
הוספת תו למחרוזת	60	3
איתור תו במחרוזת	25	3

כל פקודות המכונה במעבד P2 לוקחות 3 מחזורי שעון לפקודה. שני המעבדים מריצים שעון בקצב של 2GHz.

א. מצאו את ה-MIPS של כל מחשב

עבור חישוב ה-MIPS של מעבד קיימות שתי נוסחאות: $MIPS = \frac{IC}{CPU\ Time \cdot 10^6} = \frac{CR}{CPI \cdot 10^6}$

במקרה שלנו, יש לנו את קצב השעון (2GHz) ובאפשרותנו לחשב את ה-CPI של כל תוכנית באמצעות: $CPI = \sum_i CPI_i \cdot \omega_i$

ה-CPI של מעבד P1 ניתן לחישוב: $CPI_{P1} = 20 \cdot 0.2 + 12 \cdot 0.15 + 8 \cdot 0.25 + 4 \cdot 0.4 = 9.4 \left[\frac{CC}{ins} \right]$. 3

לפי נתונים אלו, מדדי ה-MIPS של המחשבים השונים הינם: $MIPS_{P1} = \frac{2 \cdot 10^9}{9.4 \cdot 10^6} = 212.766[mips]$, $MIPS_{P2} = \frac{2 \cdot 10^9}{3 \cdot 10^6} = 666.66[mips]$

(הערה: אפשר לראות בנתונים אלו עד כמה מדד mips עלול להטעות, שהרי, ה-cpi האמיתי של P2 הוא:

$$CPI_{P2} = 40 \cdot 3 \cdot 0.2 + 60 \cdot 3 \cdot 0.15 + 25 \cdot 3 \cdot 0.25 + 3 \cdot 0.4 = 70.95 \left[\frac{CC}{ins} \right]$$

$MIPS_{P2} = \frac{2 \cdot 10^9}{70.95 \cdot 10^6} = 28.19[mips]$ הוא)



הערכת ביצועי מעבד

ברצוננו להשוות שני סוגי מעבדים שעושים פעולות על מחרוזות. במעבד האחד שנסמנו ב-P1 יש חומרה מיוחדת שמבצעת פקודות מסוימות על מחרוזות, ובשני, שנסמנו ב-P2 אין תמיכת חומרה בעבודה מול מחרוזת ולכן כל פקודה לטיפול במחרוזת (מעין פסיאודו פקודה) מתורגמת על ידי האסמבלר לקטע קוד של מספר פקודות מכונה.

בתכנית אותה אנו בודקים החלוקה של הפעולות באחוזים הינה:

- מחיקת תו ממחרוזת 20%.
- הוספת תו למחרוזת 15%.
- איתור תו במחרוזת 25%.
- פקודות שאינן פקודות לטיפול במחרוזת 40%.

ל-P1 יש חומרה לטיפול בפקודות המחרוזת ולכן מיישם אותן ישירות. פירוט מחזורי השעון שהוא צריך לכל פקודה:

פקודה	CPI[Cc/ins]
מחיקת תו ממחרוזת	20
הוספת תו למחרוזת	12
איתור תו במחרוזת	8
פקודות שאינן פקודות מחרוזת	4

מעבד P2 מיישם כל פקודת מחרוזת באמצעות אוסף פקודות מכונה. במעבד זה פקודת מחרוזת היא מעין פקודה (פסיאודו פקודה) והאסמבלר מתרגם פעולת מחרוזת לפקודת מכונה (פקודה "אמיתית") של המעבד. מספר פקודות המכונה הנדרשות לפקודת מחרוזת במעבד P2 הינו:

פקודה	כמות פקודות מכונה	CPI[Cc/ins]
מחיקת תו ממחרוזת	40	3
הוספת תו למחרוזת	60	3
איתור תו במחרוזת	25	3

כל פקודות המכונה במעבד P2 לוקחות 3 מחזורי שעון לפקודה.
שני המעבדים מריצים שעון בקצב של 2GHz.

ב. אם P1 משתמש ב-200 מיליון פקודות בתוכנית, בכמה פקודות ישתמש P2 באותה התוכנית?

נחשב את כמות הפקודות של P2 לפי אחוז הפקודות שיש מכל סוג:

$$CC = 200,000,000(40 \cdot 0.2 + 60 \cdot 0.15 + 25 \cdot 0.25 + 0.4) = 4,730,000,000$$

הערכת ביצועי מעבד



ברצוננו להשוות שני סוגי מעבדים שעושים פעולות על מחרוזות. במעבד האחד שנסמנו ב-P1 יש חומרה מיוחדת שמבצעת פקודות מסוימות על מחרוזות, ובשני, שנסמנו ב-P2 אין תמיכת חומרה בעבודה מול מחרוזת ולכן כל פקודה לטיפול במחרוזת (מעין פסיאודו פקודה) מתורגמת על ידי האסמבלר לקטע קוד של מספר פקודות מכונה.

- בתכנית אותה אנו בודקים החלוקה של הפעולות באחוזים הינה:
- מחיקת תו ממחרוזת 20%.
- הוספת תו למחרוזת 15%.
- איתור תו במחרוזת 25%.
- פקודות שאינן פקודות לטיפול במחרוזת 40%.

ל-P1 יש חומרה לטיפול בפקודות המחרוזת ולכן מיישם אותן ישירות. פירוט מחזורי השעון שהוא צריך לכל פקודה:

פקודה	CPI[CC/ins]
מחיקת תו ממחרוזת	20
הוספת תו למחרוזת	12
איתור תו במחרוזת	8
פקודות שאינן פקודות מחרוזת	4

מעבד P2 מיישם כל פקודת מחרוזת באמצעות אוסף פקודות מכונה. במעבד זה פקודת מחרוזת היא מעין פקודה (פסיאודו פקודה) והאסמבלר מתרגם פעולת מחרוזת לפקודת מכונה (פקודה "אמיתית") של המעבד. מספר פקודות המכונה הנדרשות לפקודת מחרוזת במעבד P2 הינו:

פקודה	כמות פקודות מכונה	CPI[CC/ins]
מחיקת תו ממחרוזת	40	3
הוספת תו למחרוזת	60	3
איתור תו במחרוזת	25	3

כל פקודות המכונה במעבד P2 לוקחות 3 מחזורי שעון לפקודה. שני המעבדים מריצים שעון בקצב של 2GHz.

ג. מה יהיה זמן הביצוע לתוכנית המתוארת בסעיף הקודם ב-P1 וב-P2 בשניות? מה מדד ההאצה?

נשתמש בנוסחה לחישוב זמן ריצת תוכנית: $CPU\ Time = \frac{IC \cdot CPI}{CR}$

$$CPU\ Time_{P1} = \frac{2 \cdot 10^8 \left[\frac{ins}{p} \right] \cdot 9.4 \left[\frac{CC}{ins} \right]}{2 \cdot 10^9 \left[\frac{CC}{sec} \right]} = 0.94 \left[\frac{sec}{p} \right]$$

$$CPU\ Time_{P2} = \frac{4.73 \cdot 10^9 \left[\frac{ins}{p} \right] \cdot 3 \left[\frac{CC}{ins} \right]}{2 \cdot 10^9 \left[\frac{CC}{sec} \right]} = 7.095 \left[\frac{sec}{p} \right]$$

מדד ההאצה הינו: $Speedup = \frac{7.095}{0.94} = 7.547$

הערכת ביצועי מעבד



בפניכם מערכת הטעונה שיפור. במערכת קיימים 4 סוגים של פקודות. כל סוג של פקודה בא לידי שימוש במערכת בשכיחות שונה לפי הטבלה שלהלן. אחוז השיפור שבאפשרותכם לבצע בכל אחד מסוגי הפקודות גם הוא נתון בטבלה שלהלן:

שיפור אפשרי	שכיחות	סוג פקודות
100%	5%	A
80%	20%	B
50%	45%	C
0%	30%	D

בהנחה שבאפשרותכם לשפר רק סוג פקודות אחד, באיזה סוג פקודות הייתם בוחרים?
נחשב את השיפור הכללי לפי חוק אמדל עבור כל אחת מהאפשרויות:

$$Speedup_A = \frac{1}{(1 - 0.05) + \frac{0.05}{2}} = 1.0256$$

$$Speedup_B = \frac{1}{(1 - 0.2) + \frac{0.2}{1.8}} = 1.0975$$

$$Speedup_C = \frac{1}{(1 - 0.45) + \frac{0.45}{1.5}} = 1.1764$$

$$Speedup_D = \frac{1}{(1 - 0.3) + \frac{0.3}{1}} = 1$$

אם כן, כמובן שנבחר בסוג הפקודות הנפוץ ביותר: C