



به موارد زیر توجه کنید:

- ۱- حتما نام و شماره دانشجویی خود را روی پاسخنامه بنویسید.
- ۲- کل پاسخ تمرینات را در قالب یک فایل pdf با شماره دانشجویی خود نام گذاری کرده در سامانه CW بارگذاری کنید.
- ۳- این تمرین ۶۰ نمره دارد که معادل ۰,۶ نمره از نمره کلی درس است.
- ۴- در صورت مشاهده هر گونه مشابهت نامتعارف هر دو (یا چند) نفر کل نمره این تمرین را از دست خواهند داد.

- ۱- (۱۵ نمره) فرض کنید با اجرای یک برنامه benchmark روی یک پردازنده، ۱۵٪ زمان اجرا صرف دستورات ممیز شناور، ۲۵٪ زمان صرف دسترسی به حافظه و ۳۰٪ زمان صرف عملیات ورودی/خروجی (I/O) می شود. سه گروه مختلف با بهبود سخت افزار ماشین تلاش کرده اند تا کارایی این پردازنده را افزایش دهند. میزان تسریع (speed up) برای هر گروه را محاسبه کنید.
- الف- گروه A زمان انجام عملیات ممیز شناور را $\frac{1}{3}$ می کند اما این کار باعث می شود زمان دسترسی به حافظه ۱,۲۵ برابر و زمان عملیات ورودی/خروجی ۱,۱ برابر شود.
- ب- گروه B زمان دسترسی به حافظه را $\frac{1}{3.5}$ می کند ولی زمان انجام عملیات I/O و ممیز شناور به ترتیب ۱,۵ و ۲ برابر می شود.
- ج- گروه C زمان انجام عملیات I/O را $\frac{1}{6}$ و در مقابل، زمان دسترسی به حافظه را ۲,۵ برابر می کند.

پاسخ:

$$Speedup_A = \frac{1}{(1 - 0.7) + \frac{0.15}{12} + (0.25 \times 1.25) + (0.3 \times 1.1)} = \frac{1}{0.955} = 1.04$$

$$Speedup_B = \frac{1}{(1 - 0.7) + (0.15 \times 2) + \frac{0.25}{2.5} + (0.3 \times 1.5)} = \frac{1}{1.15} = 0.87$$

$$Speedup_C = \frac{1}{(1 - 0.7) + 0.15 + (0.25 \times 2.5) + \frac{0.3}{6}} = \frac{1}{1.125} = 0.89$$

- ۲- (۱۰ نمره) یک محک (benchmark) از ۵ برنامه Prog1 تا Prog5 تشکیل شده است. با توجه به زمان اجرای هر برنامه این محک، به کمک SPEC ratio عملکرد دو پردازنده A و B را مقایسه کنید.

Program	Ref. Time	CPU A Runtime	CPU B Runtime
Prog1	2056	1234	768
Prog2	217	105	234
Prog3	654	456	564
Prog4	2561	2003	1381
Prog4	125	250	70

پاسخ:

برای مقایسه دو پردازنده، ابتدا مقدار SPEC ratio برای هر برنامه را محاسبه می کنیم. سپس میانگین هندسی برای همه برنامه ها را به عنوان معیار مقایسه استفاده می کنیم.

$$\begin{aligned}
 \frac{Performance_A}{Performance_B} &= \frac{\sqrt[5]{\frac{Prog1\ Ref.\ Time}{Prog1\ A\ Time} \times \frac{Prog2\ Ref.\ Time}{Prog2\ A\ Time} \times \frac{Prog3\ Ref.\ Time}{Prog3\ A\ Time} \times \frac{Prog4\ Ref.\ Time}{Prog4\ A\ Time} \times \frac{Prog5\ Ref.\ Time}{Prog5\ A\ Time}}}{\sqrt[5]{\frac{Prog1\ Ref.\ Time}{Prog1\ B\ Time} \times \frac{Prog2\ Ref.\ Time}{Prog2\ B\ Time} \times \frac{Prog3\ Ref.\ Time}{Prog3\ B\ Time} \times \frac{Prog4\ Ref.\ Time}{Prog4\ B\ Time} \times \frac{Prog5\ Ref.\ Time}{Prog5\ B\ Time}}} \\
 &= \sqrt[5]{\frac{Prog1\ B\ Time}{Prog1\ A\ Time} \times \frac{Prog2\ B\ Time}{Prog2\ A\ Time} \times \frac{Prog3\ B\ Time}{Prog3\ A\ Time} \times \frac{Prog4\ B\ Time}{Prog4\ A\ Time} \times \frac{Prog5\ B\ Time}{Prog5\ A\ Time}} \\
 &= \sqrt[5]{\frac{768}{1234} \times \frac{234}{105} \times \frac{564}{456} \times \frac{1381}{2003} \times \frac{70}{250}} \sim 0.8
 \end{aligned}$$

در نتیجه، عملکرد A حدوداً ۰.۸ عملکرد B می‌باشد، و بهتر است از پردازنده B استفاده کنیم.

۳- (۲۰ نمره) یک کامپیوتر ۸۲٪ زمان خود را صرف محاسبه کردن و ۱۸٪ باقی‌مانده را صرف انتظار دیسک می‌کند. ترکیب دستورالعمل‌ها و CPI هر یک را در جدول زیر می‌توانید مشاهده کنید.

Type	Instruction %	CPI
integer	40%	1
floating point	30%	5
others	30%	2

حال سه حالت زیر را ایجاد می‌کنیم. میزان تسريع (speedup) را برای هر کدام محاسبه کرده و با هم مقایسه کنید.
 الف- پردازنده را با یک پردازنده جدید جایگزین می‌کنیم که زمان اختصاص داده شده به محاسبات را به اندازه ۳۵٪ کاهش می‌دهد.
 ب- دیسک را با دیسک دیگری عوض می‌کنیم که زمان لازم انتظار را به اندازه ۸۵٪ کاهش می‌دهد.
 ج- پردازنده را با پردازنده دیگری جایگزین می‌کنیم که عملکرد عملیات ممیز شناور را بهبود می‌دهد و CPI آن را به ۳ می‌رساند.
 آیا می‌توانیم دو حالت دیگری را که به عنوان بهترین شرایط انتخاب نشدند به گونه‌ای بهبود دهیم که نتیجه مقایسه بخش اول عوض شود؟

پاسخ:

تسريع سه حالت را با هم مقایسه می‌کنیم:

$$\begin{aligned}
 Speedup_A &= \frac{1}{0.18 + 0.82 \times 0.65} = 1.40 \\
 Speedup_B &= \frac{1}{0.82 + 0.18 \times 0.15} = 1.18 \\
 Speedup_C &= \frac{1}{0.18 + \frac{0.82}{CPI_{old}/CPI_{new}}} = \frac{1}{0.18 + \frac{0.82}{(0.4 \times 1 + 0.3 \times 5 + 0.3 \times 2) / (0.4 \times 1 + 0.3 \times 3 + 0.3 \times 2)}} \\
 &= \frac{1}{0.18 + 0.82 \times \frac{1.9}{2.5}} = 1.25
 \end{aligned}$$

می‌بینیم که شرایط اول بهترین شرایط برای بهبود عملکرد است.

باید بینیم بهبود شرط دوم و سوم چقدر کارایی کل پردازنده را بهتر می‌کند.

بهبود شرط دوم: اگر بتوانیم دیسکی داشته باشیم که کلاً زمانی برای انتظار صرف نکند داریم:

$$Speedup = \frac{1}{0.82 + 0 \times 0.18} = 1.22$$

می‌بینیم که تسريع همچنان از شرط اول کمتر است.

بهبود شرط سوم: بیشترین بهبود این است که CPI عملیات اعشاری را به یک برسانیم:

$$Speedup_C = \frac{1}{0.18 + \frac{0.82}{CPI_{old}/CPI_{new}}} = \frac{1}{0.18 + \frac{0.82}{2.5/(0.4 \times 1 + 0.3 \times 1 + 0.3 \times 2)}} = \frac{1}{0.18 + 0.82 \times \frac{1.3}{2.5}} = 1.65$$

که می‌بینیم در این شرایط تسریع بیشتر شده است.

۴- (۱۵ نمره) فرض کنید مسابقه‌ای بین دو ماشین M1 و M2 برگزار شده و قرار است با اجرای یک برنامه، سریع‌ترین ماشین انتخاب شود. فرکانس این دو ماشین به ترتیب ۲ و ۲.۵ گیگاهرتز و تعداد دستورات و CPI هر گروه از دستورات در برنامه موردنظر، طبق جداول زیر است.

M1 Machine		
Instruction Class	CPI	No of Instructions
A	4	9×10^9
B	1	15×10^9
C	5	12×10^9
D	2	24×10^9

M2 Machine		
Instruction Class	CPI	No of Instructions
A	1	16×10^9
B	3	24×10^9
C	1	12×10^9
D	5	28×10^9

الف- میانگین CPI هر ماشین را محاسبه کنید.

ب- زمان اجرای برنامه را روی هر یک از دو ماشین به دست آورده و مشخص کنید کدام ماشین سریع‌تر است.

پاسخ:

الف-

$$CPI_A = 4 \times 0.15 + 1 \times 0.25 + 5 \times 0.20 + 2 \times 0.40 = 2.65$$

$$CPI_B = 1 \times 0.20 + 3 \times 0.30 + 1 \times 0.15 + 5 \times 0.35 = 3.0$$

ب-

$$ExecTime_A = \frac{2.65 \times 60 \times 10^9}{2 \times 10^9} = 79.5 \text{ s}$$

$$ExecTime_B = \frac{3 \times 80 \times 10^9}{2.5 \times 10^9} = 96 \text{ s}$$

بنابراین ماشین A سریع‌تر است.