



بسمه تعالی
تمرین چهاردهم درس معماری کامپیوتر
همراه با پاسخ
نیم سال اول ۹۹-۰۰



۱. مجموعه دستورالعمل‌های زیر را در نظر بگیرید:

- دستورالعمل‌های دسته‌ی a که اجرای آن‌ها به طور میانگین 3cycle به طول می‌انجامد.
- دستورالعمل‌های دسته‌ی b که اجرای آن‌ها به طور میانگین 5cycle به طول می‌انجامد.
- دستورالعمل‌های دسته‌ی c که اجرای آن‌ها به طور میانگین 7cycle به طول می‌انجامد.

دو پردازنده $cpu1$ و $cpu2$ داریم که فرکانس $clock$ آن‌ها به ترتیب 1.2 MH و 3MH است. اگر یک برنامه شامل 300 دستورالعمل که 10% آن‌ها از نوع a و 20% از نوع b و 70% آن‌ها از نوع c باشد را داشته باشیم، مطلوب است:

الف) محاسبه‌ی مقدار CPI و زمان اجرای برنامه بر روی پردازنده‌ی اول

ب) محاسبه‌ی مقدار $MIPS$ و زمان اجرای برنامه بر روی پردازنده‌ی دوم

پ) مقایسه‌ی کارایی دو پردازنده در اجرای برنامه

ت) اگر با بهینه کردن دستورالعمل‌های دسته‌ی c بتوان زمان اجرای آن‌ها را به 5cycle رسید، مقدار $speedup$ برنامه بر روی پردازنده‌ی دوم چقدر خواهد بود؟ آیا این مقدار برای پردازنده‌ی اول متفاوت است؟

۲. در یک سیستم ۳ نوع دستور وجود دارد که در جدول ۱ تعداد پالس ساعت لازم به ازای هر دستور آمده است. دو دنباله کد توسط کامپایلر تولید شده که در جدول ۲ تعداد دستور برای هر دنباله در هر گروه بیان شده است. CPI هر دنباله را محاسبه کنید و از نظر سرعت اجرا توسط سیستم این دو دنباله را مقایسه کنید.

دنباله کد	تعداد تکرار هر نوع دستور در هر دنباله		
	A	B	C
۱	۲	۱	۲
۲	۴	۱	۱

جدول ۲

تعداد پالس ساعت	دستور
۱	A
۲	B
۳	C

جدول ۱

۳. دو پردازنده با دستورات مشابه وجود دارند. پردازنده‌ی اول دارای یک خط لوله‌ی ۵ مرحله‌ای و دوره ساعت 10ns ^۱ و پردازنده‌ی دوم دارای خط لوله‌ی ۷ مرحله‌ای و دوره ساعت 7.5ns می‌باشد. درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر در مورد این پردازنده را با ذکر دلیل مشخص نمایید.

الف) پردازنده‌ی دوم max throughput بهتری دارد.

ب) برنامه‌ها بر روی پردازنده‌ی دوم همواره سریع‌تر از پردازنده‌ی اول هستند.

پ) اجرای یک دستور در پردازنده‌ی دوم سریع‌تر از پردازنده‌ی اول است.

۴. قطعه برنامه‌ای متشکل از حلقه‌ای است که ۱۰۰ دستور دارد و این حلقه ۵۰ بار تکرار می‌شود. اگر فرکانس ساعت کامپیوتر 1GHz

^۱ Clock cycle

و متوسط تعداد پالس برای اجرای هر دستور ۱,۲۵ پالس باشد، مطلوب است محاسبه‌ی *MIPS* برای این کامپیوتر.

۵. یک سیستم غیر خط لوله‌ای برای پردازش یک عملیات به $50ns$ زمان نیاز دارد. همان عملیات در یک خط لوله ۶ قطعه‌ای به یک سیکل ساعت $10ns$ نیازمند است.

الف) نسبت افزایش سرعت خط لوله برای ۱۰۰ عملیات را مشخص کنید.

ب) حداکثر تسریع قابل دسترسی چقدر است؟

پاسخ‌ها

پاسخ سوال اول:

الف) ۳۰ تا دستور a داریم، ۶۰ تا b و ۲۱۰ تا دستور c

$$\overline{CPI} = \text{clocks per Instruction} = \frac{\# \text{ clocks}}{\# \text{ instructions}} =$$
$$\frac{30(3\text{cycle}) + 60(5\text{cycle}) + 210(7\text{cycle})}{300} = \frac{1860}{300} = 6.2$$

$$\text{Execution time} = \sum_{i=1}^n CPI_i * \frac{1}{f} = n * \overline{CPI} * \frac{1}{f} = 300 * \frac{1860\text{cycle}}{300} * \frac{1}{1.2M}$$
$$= 1550 * 10^{-6}$$

ب)

$$MIPS = \text{million instruction per second} = \frac{\# \text{instruction}}{10^6 * \# \text{seconds}} = \frac{\# \text{instruction}}{10^6 * \# \text{clock} * \frac{1}{f}}$$
$$= \frac{300 * 3M}{10^6 * (30 * 3 + 60 * 5 + 210 * 7)} \approx 0.4838$$

$$\text{Execution time} = \frac{n * 10^{-6}}{MIPS} = 620 * 10^{-6}$$

پ) می‌دانیم که

$$\text{performance} \propto \frac{1}{\text{Execution time}}$$

بنابراین کارایی پردازنده‌ی دوم بهتر است چون در زمان کمتری همان برنامه را اجرا کرده.

(ت)

$$Execution\ time\ cpu1 = \frac{30 * 3 + 60 * 5 + 210 * 5}{1.2M} = 1200 * 10^{-6}$$

$$speedup\ cpu1 = \frac{1550 * 10^{-6}}{1200 * 10^{-6}} = 1.291$$

$$Execution\ time\ cpu2 = \frac{30 * 3 + 60 * 5 + 210 * 5}{3M} = 480 * 10^{-6}$$

$$speedup\ cpu2 = \frac{620 * 10^{-6}}{480 * 10^{-6}} = 1.291$$

میزان speedup ها یکسان است.

پاسخ سوال دوم:

پاسخ: دنباله ۱ تعداد $2+1+2=5$ دستور و دنباله ۲ تعداد $4+1+1=6$ دستور اجرا می کند
پس دنباله ۲ تعداد دستورات بیشتری اجرا می کند. برای محاسبه تعداد کلاک لازم برای هر دنباله داریم:

$$cpu\ clock\ cycles = \sum_{i=1}^n (CPI_i \times c_i)$$

که c_i تعداد دستورات گروه i است.

$$cpu\ clock\ cycles_1 = 2 \times 1 + 1 \times 2 + 2 \times 3 = 10\ cycles$$

$$cpu\ clock\ cycles_2 = 4 \times 1 + 1 \times 2 + 1 \times 3 = 9\ cycles$$

پس دنباله کد ۲ سریعتر است چون تعداد کلاک های کمتری نیاز دارد (دقت کنید که نرخ کلاک ثابت است). برای محاسبه CPI داریم:

$$CPI = \frac{cpu\ clock\ cycles}{instruction\ count} = \frac{تعداد\ کلاک\ برنامه}{تعداد\ دستور}$$

$$CPI_1 = \frac{10}{5} = 2, \quad CPI_2 = \frac{9}{6} = 1.5$$

پاسخ سوال سوم:

(الف) ماکزیمم توان عملیاتی برابر فرکانس کلاک است که برای پردازنده ی دوم بیش تر است.

(ب) اگر در برنامه انشعاب زیاد وجود داشته باشد، پردازنده ی دوم کندتر می شود.

پ) اجرای یک دستور در پردازنده‌ی دوم به زمان $52.5ns = 7 \times 7.5$ نیاز دارد و در پردازنده‌ی اول به زمان $50ns = 5 \times 10$ نیاز دارد که در پردازنده‌ی اول سریع‌تر است.

پاسخ سوال چهارم:

$$MIPS = \frac{clock\ rate\ MHz}{CPI} = \frac{1000MHz}{1.25} = 800$$

پاسخ سوال پنجم:

(الف)

$$speedup = \frac{T_1}{T_2} = \frac{N * T}{(K + N - 1) * t} = \frac{100 * 50}{(6 + 99) * 10} = 4.76$$

(ب)

$$speedup = \frac{T_1}{T_2} = \frac{N * T}{(K + N - 1) * t} = \lim_{N \rightarrow \infty} speedup = \frac{T}{t} = \frac{50ns}{10ns} = 5$$

موفق باشید