



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 ۱۰۰ نمره دارد که معادل ۰.۵ نمره از نمره کلی درس است.
- ۴- تحویل این تمرین در تاریخ «تحويل امتیازی» ۰.۱ نمره اضافه دارد.
- ۵- در صورت مشاهده هر گونه مشابهت نامتعارف هر دو (یا چند) نفر کل نمره این تمرین را از دست خواهند داد.

۱- یک مقایسه عجیب!

یک CPU با ۱۶ هسته داریم که هر هسته در هر چرخه ساعت ۵ دستور اجرا می کند (IPC=5) و فرکانس ساعت آن 4.7 GHz است. یک GPU نیز داریم که ۳۰۷۰ هسته دارد و فرکانس ساعت آن 1650 MHz است. اگر هر دو پردازنده ISA یکسانی اجرا کنند و قدرت پردازشی (کارایی) یکسانی هم داشته باشند، تعداد چرخه های ساعت در هر دستور (CPI) در GPU چند است؟ (۲۰ نمره)

پاسخ:

این که قدرت پردازشی هر دو یک اندازه است، یعنی زمان متوسط اجرای هر دستور در آنها یک اندازه طول می کشد. زمان متوسط اجرای هر دستور حاصل ضرب تعداد چرخه های هر دستور در هر هسته (CPI) در زمان هر چرخه ($1/f_{clock}$) تقسیم بر تعداد هسته ها است، بنابراین:

$$\frac{1/5 \times 1/4.7}{16} = \frac{CPI_{GPU_core} \times 1/1.650}{3070} \Rightarrow CPI_{GPU_core} = \frac{1.65 \times 3070}{5 \times 16 \times 4.7} = 13.47$$

اگر CPI کل GPU را بخواهیم باید این عدد را در بر ۳۰۷۰ تقسیم کنیم:

$$CPI_{GPU} = \frac{13.47}{3070} = 0.0044 \Rightarrow IPC_{GPU} \cong 228$$

۲- مسابقات lover-clocking

دو پردازنده از نسل های مختلف یک شرکت در یک مسابقه over-clocking شرکت داده شده اند. پردازنده دوم که جدیدتر است، علاوه بر ISA قدیمی، از یک ISA جدید هم پشتیبانی می کند.

- ۱- در فاز اول مسابقه یک برنامه مبتنی بر ISA اول که دارای 1.5×10^{12} دستور است به هر دو پردازنده داده می شود. پردازنده اول ۸ هسته با فرکانس کاری 3 GHz دارد و IPC هر هسته آن ۳.۲ است. پردازنده دوم ۱۲ هسته با فرکانس کاری 4.5 GHz دارد و IPC هر هسته آن ۴ است. زمان اجرای برنامه داده شده را برای هر پردازنده حساب کنید. (۱۵ نمره)

$$T_{proc1} = \frac{1.5 \times 10^{12}}{8 \times 3.2 \times 3 \times 10^9} = 19.53 \text{ s}$$

$$T_{proc2} = \frac{1.5 \times 10^{12}}{12 \times 4 \times 4.5 \times 10^9} = 6.94 \text{ s}$$

۲- برنامه بالا به کمک یک کامپایلر به روزتر و تحت ISA دوم برای پردازنده دوم ترجمه شده و این بار فقط 9×10^{11} دستور دارد. (این برنامه فقط توسط پردازنده دوم قابل اجرا است) در این حالت کارایی پردازنده دوم چند برابر پردازنده اول است؟ (۱۵ نمره)

$$T_{new_{proc2}} = \frac{9 \times 10^{11}}{12 \times 4 \times 4.5 \times 10^9} = 4.17 \text{ s}$$

$$performance_{21} = \frac{19.53}{4.17} = 4.68$$

۳- اگر پردازنده اول بخواهد به زمان اجرای پردازنده دوم در بخش دوم سوال برسد باید با چه فرکانسی کار کند؟ حساب کنید در مدت هر پالس ساعت محاسبه شده نور چه مسافتی را می‌تواند طی کند؟ (۱۰ نمره)

پردازنده اول اگر بخواهد به زمان اجرای پردازنده دوم در بخش دوم برسد باید فرکانسش را ۴,۶۸ برابر کند.

$$freq1_{new} = 4.68 \times 3 = 14.04 \text{ GHz} \Rightarrow T1_{new} = 71.23 \mu s$$

نور با سرعت ۳۰۰۰۰۰ کیلومتر بر ثانیه حرکت می‌کند، بنابراین مسافتی که نور در یک پالس ساعت این پردازنده طی می‌کند، برابر خواهد بود با:

$$x = 71.23 \times 10^{-6} \times 3 \times 10^8 = 213.7 \times 10^{-2} \text{ m} = 2.137 \text{ Cm}$$

۳- معماری‌های متغیر!

یک شرکت یک ISA شامل سه دسته دستور دارد و طی سه نسل برای آن سه معماری متفاوت ایجاد کرده است:

- معماری اول: دستورات نوع A و B و C به ترتیب در ۸، ۴ و ۲ چرخه ساعت اجرا می‌شوند.
 - معماری دوم: دستورات نوع A به میزان ۶۲,۵٪، دستورات نوع B به میزان ۲۵٪ و دستورات نوع C به میزان ۵۰٪ سریع‌تر شده‌اند.
 - معماری سوم (نسبت به معماری اول): دستورات نوع A به میزان ۸۷,۵٪، دستورات نوع B و نوع C هر کدام ۵۰٪ سریع‌تر شده‌اند.
- حال اگر یک مجموعه دستور داشته باشیم که اجرای آن در معماری دوم ۲ برابر سریع‌تر از معماری اول و در معماری سوم ۱,۵ برابر سریع‌تر از معماری دوم باشد، چند درصد از دستورات آن از نوع A چند درصد از نوع B و چند درصد از نوع C هستند؟ (۴۰ نمره)

پاسخ:

درصد دستورات A و B و C را در مجموعه دستور موردنظر همان A و B و C می‌نامیم.

$$T1 = 8A + 4B + 2C$$

$$T2 = 8 \times 0.375A + 4 \times 0.75B + 2 \times 0.5C = 3A + 3B + C$$

$$T3 = 8 \times 0.125A + 4 \times 0.5B + 2 \times 0.5C = A + 2B + C$$

$$T2 = 0.5T1$$

$$T3 = 1.5T2$$

از حل این ۶ معادله - ۶ مجهول به این نتیجه می‌رسیم:

$$A = \%20 \quad B = \%20 \quad C = \%60$$

$$T1 = 3.6 \quad T2 = 1.8 \quad T3 = 2.4$$