توضیحات

- درصورت هرگونه سوال یا اشکال از طریق گروه تلگرامی یا ایمیل آن را مطرح کنید

سوال یک

دو فرمولی که در حل سوالات پایپ‌لاین داریم :

$$T_k = [k + (n-1)]\tau$$

$$T_1 = nk\tau$$

که τ طول زمان اجرای هر مرحله (stage) از خط لوله، k تعداد مراحل (stage)، n تعداد دستورالعمل‌ها، Tk زمان اجرا با تکنیک خط لوله و T1 زمان اجرا به صورت عادی است.

از دو فرمول بالا ، برای این سوال نتیجه میشود که :

$$T_k = pq\, n\, k\, \tau + (1-pq)(k+n-1)$$

در این سؤال:

- $pq \ = \ 0.3$
- برای ۳ ایستگاهی $k = 3,\ \tau = T$:
- برای ۴ ایستگاهی $k = 4,\ \tau = 0.9T$:

ساختار ۳ ایستگاهی

$$T_3 = 0.3\, n\, 3\, T + (1-0.3)(3+n-1)T$$

$$T_3 = \ 0.9nT \ + \ 0.7(n+2)T$$

$$T\_3 \ = \ (1.6n + 1.4)T$$

ساختار ۴ ایستگاهی (با پریود 0.9T)

$$T_4 = \big(0.3\, n\, 4 + (1-0.3)(4+n-1)\big)\, 0.9T$$

$$T_4 \ = \ (1.9n + 2.1)0.9T$$

$$T_4 \ = \ (1.71n + 1.89)T$$

نسبت زمان اجرا

$$\frac{T_3}{T_4} = \frac{(1.6n + 1.4)T}{(1.71n + 1.89)T}$$

سوال دو

اگر فرض کنیم $x\%$ از دستورات از نوع X، $y\%$ از دستورات از نوع Y و $z\%$ از دستورات از نوع Z هستند، مقدار CPI برای هر یک از ۳ پردازنده برابر است با:

$$CPI_{p1} = 5x + 10y + 3z$$

$$CPI_{p2} = 3x + 7y + 2z$$

$$CPI_{p3} = 2x + 5y + 1z$$

از آنجایی که برنامه محک روی پردازنده $P2$ به میزان 1.8 برابر کوتاه‌تر نسبت به پردازنده $P1$ اجرا می‌شود، خواهیم داشت:

$$\frac{ExecTime_{p1}}{ExecTime_{p2}} = \frac{\frac{CPI_{p1}}{Frequency_{p1}}}{\frac{CPI_{p2}}{Frequency_{p2}}} = \frac{\frac{5x+10y+3z}{1}}{\frac{3x+7y+2z}{1.2}} = 1.8$$

$$\Rightarrow 10x + 20y + 6z = 9x + 21y + 6z \quad \Rightarrow \quad x = y$$

همچنین چون اجرای برنامه محک روی پردازنده $P3$ به میزان 1.875 برابر کوتاه‌تر نسبت به پردازنده $P2$ اجرا می‌شود، خواهیم داشت:

$$\frac{ExecTime_{p2}}{ExecTime_{p3}} = \frac{\frac{CPI_{p2}}{Frequency_{p2}}}{\frac{CPI_{p3}}{Frequency_{p3}}} = \frac{\frac{3x+7y+2z}{1.2}}{\frac{2x+5y+1z}{1.5}} = 1.875$$

$$\Rightarrow 15x + 35y + 10z = 15x + 37.5y + 7.5z \quad \Rightarrow \quad y = z$$

همچنین از آنجایی که برنامه محک تنها از دستورات X, Y, Z تشکیل شده است، داریم:

$$x + y + z = 1$$

بنابراین کافیست سه معادله سه مجهول بالا را حل کنیم که در نتیجه خواهیم داشت:

$$x = 0.33, \quad y = 0.33, \quad z = 0.33$$

بنابراین سه نوع دستور X, Y, Z به‌صورت برابر در بنچ‌مارک به کار رفته‌اند.

تنها بخش قابل تسریع در سری پردازنده مذکور، مسیر بحرانی آن است. بیشینه تسریع فرکانسی که این سری پردازنده داشته است برابر 1.5 بوده که برای این اتفاق، باید T_{total} به اندازه $\frac{1}{3}$ کاهش یابد. با توجه به داده سوال، بهترین کران بالایی که می‌توان برای T_{limit} بدست آورد برابر $\frac{2}{3}$ T حالت ابتدایی یعنی $\frac{1}{F} \times \frac{2}{3}$ خواهد بود.

سوال سه

(آ) CPI پردازنده P1 به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$CPI = 0.4 \times 6 + 0.2 \times 6 + 0.3 \times 2 + 0.1 \times 2 = 4.4$$

(ب) CPI پردازنده P2 به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$CPI = 0.4 \times 10 + 0.2 \times 10 + 0.3 \times 6 + 0.1 \times 6 = 8.4$$

(ج) پردازنده P1، 1.05 برابر سریع‌تر از P2 است.

$$ExecutionTime_{P1} = Instructions \times CPI_{P1} \times ClockCycleTime$$

$$ExecutionTime_{P2} = Instructions \times CPI_{P2} \times \frac{ClockCycleTime}{2}$$

$$\frac{ExecutionTime_{P1}}{Execution_{T}ime_{P2}} = \frac{instructions \times CPI_{P1} \times ClockCycleTime}{instructions \times CPI_{P2} \times \frac{ClockCycleTime}{2}} = \frac{4.4 \times 1}{8.4 \times \frac{1}{2}} = \frac{4.4}{4.2} = 1.05$$

(د) بهبود ALU گزینه بهتری است.
با بهبود در قسمت ALU، CPI پردازنده P1 برای برنامه A به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$CPI_{ALU} = 0.4 \times 6 + 0.2 \times 6 + 0.3 \times \frac{2}{2} + 0.1 \times \frac{2}{2} = 4$$

با بهبود LSU، CPI پردازنده P1 برای برنامه A به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$CPI_{LSU} = 0.4 \times \frac{6}{2} + 0.2 \times (6 \times 2) + 0.3 \times 2 + 0.1 \times 2 = 4.4$$

همان‌طور که مشاهده کردیم، CPI_{ALU} مقدار کمتری نسبت به CPI_{LSU} داشت و در نتیجه بهبود در آن، نتیجه بهتری دارد.