



طراحی سیستم های نهفته (۴۰۷۴۷)

نیمسال دوم ۹۳-۹۲

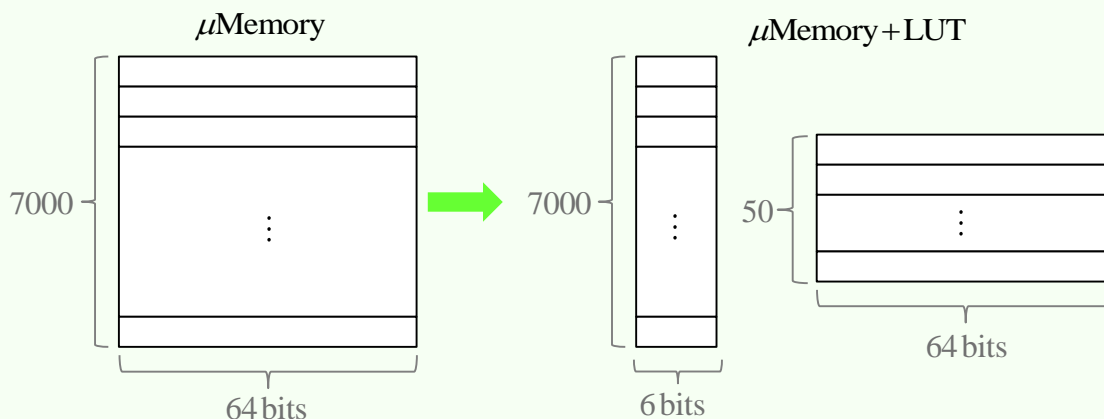
مدرس: دکتر علیرضا اجلائی

پاسخ سوالات امتحان پایان ترم

پاسخ سوالات

- ۱ در یک سیستم نهفته مبتنی بر زیربرنامه نویسی طول هر دستور برابر با ۶۴ بیت است. ریزبرنامه درون یک ROM ذخیره شده است که هر خانه آن ۶۴ بیت است و ریزبرنامه دارای ۷۰۰۰ ریزدستور است. می دانیم که تعداد کل ریزدستورات مورد استفاده در ریزبرنامه ۵۰ عدد است. می خواهیم با استفاده از روش dictionary-based از نوع ایستا یک LUT (Look-up-table) داشته باشیم و ساین ROM را کاهش دهیم. (الف) ساین LUT باید چقدر باشد (چند خانه بیتی)؟ (۱ نمره)
- (ب) ساین ROM در این فشرده سازی از چه اندازه به چه اندازه ای تغییر می کند؟ (۲/۵ نمره)
- (ج) با فرض اینکه هر دسترسی به هر خانه ROM با تعداد n خانه که هر خانه m بیت است انرژی مصرفی برابر kn^2m مصرف می کند k یک عدد ثابت است، انرژی مصرفی بعد از فشرده سازی به چه نسبتی نسبت به انرژی مصرفی قبل از فشرده سازی تغییر می کند؟ (۲/۵ نمره)
- [راهنمایی: ۱) چون dictionary از نوع ایستا است، LUT را نیز با ROM می سازیم، ۲) در سیستم های نهفته به دلیل خاص منظوره بودن از حافظه بیش از مقدار مورد نیاز استفاده نمی شود.]

پاسخ:

الف) $50 \times 64 \text{ bit}$ ب) $7000 \times 64 \text{ bit} \rightarrow 7000 \times 6 \text{ bit} + 50 \times 64 \text{ bit}$

ج) خواهیم داشت:

$$\frac{\text{Energy}_{\text{before compression}}}{\text{Energy}_{\text{after compression}}} = \frac{n_{\text{access}} \times [k \times (7000)^2 \times 64]}{n_{\text{access}} \times [k \times (7000)^2 \times 6 + k \times (50)^2 \times 64]} = 10.66$$

2 چرا پروتکل‌های ارتباطی CSMA/CA نسبت به CSMA/CD برای سیستم‌های بی‌درنگ مناسب‌تر است؟ (۲ نمره)

پاسخ:

سیستم‌های Real-time نیاز دارند که رفتار Predictable داشته باشند و طراح باید در فاز طراحی بداند که در فاز زمان اجرا سیستم چگونه عمل می‌کند و از اتفاقاتی که در این فاز می‌افتد، مطلع باشد. اما پروتکل‌های شبکه‌های کامپیوتری مثل Ethernet که بی‌درنگ نیستند، به صورت Best-effort هستند یعنی مثلاً در Ethernet، با تمام توان یک بسته را از گره‌ای به گره‌ی دیگر منتقل می‌کند ولی هیچ گارانتی برای deadlineها ندارد. Ethernet یک پروتکل CSMA/CD است و به صورت Collision Detection می‌باشد و در صورت کشف Collision، دو گره‌ای که Collision داشته‌اند با تولید عددی تصادفی، به مقدار آن منتظر می‌مانند و مجدداً ارسال می‌کنند، پس یکی از گره‌ها زودتر ارسال می‌کند و گره‌ی دیگر چون Carrier-Sense دارد، ارسال نمی‌کند و باز هم منتظر می‌ماند. در اینجا طراح نمی‌داند که اگر دو گره بخواهند با هم ارسال کنند کدام یک برنده خواهد شد و این امر بستگی به عدد تصادفی تولید شده دارد. بنابراین این نوع پروتکل‌ها برای سیستم‌های Real-time مناسب نیستند و لازمه حصول اطمینان و گارانتی رفتار سیستم در زمان اجرا، Predictable بودن آن می‌باشد.

تفاوت این دو نوع پروتکل ارتباطی در نوع رفتار با Collision می‌باشد (Collision Detection vs. Collision Avoidance)، در پروتکل CSMA/CD، Collision مخرب است ولی در CSMA/CA، Collision مخرب نیست و اصطلاحاً Non-destructive Collision نام دارند. در پروتکل CSMA/CA با مکانیزمی اجازه نمی‌دهند Collision رخ دهد، البته اجازه می‌دهند که گره‌ها با هم ارسال کنند اما با استفاده از ترفندی، با اینکه هر دو گره با هم می‌فرستند، کاری می‌کنند که اطلاعاتشان خراب نشود، مثلاً در پروتکل CAN که در سیستم‌های بی‌درنگ استفاده می‌شود، در هنگام ارسال همزمان چند گره بر روی Bus، با استفاده از روش Non-destructive Arbitration، گره‌ای را برای دسترسی به Bus انتخاب می‌کند.

3 دو قطعه کد زیر را در نظر بگیرید:

```
MOV CX,80
MOV DI,10
L1: ADD [DI],AX
INC DI
DEC CX
JNZ L1
```

```
MOV CX,200
MOV DI,10
L1: ADD [DI],AX
INC DI
DEC CX
JNZ L1
```

با فرض اینکه SPM از خانه 0 تا 63 از segment داده را در بر می‌گیرد، زمان اجرای کد سمت راست چند برابر زمان اجرای کد سمت چپ است. دقت کنید که قطعه کد در حافظه SRAM دستورالعمل از نوع on-chip قرار دارد و همچنین SPM داده نیز از نوع SRAM و on-chip است ولی حافظه اصلی داده DRAM از نوع off-chip است. از زمان دسترسی on-chip SRAM در مقایسه با off-chip DRAM صرف نظر کنید. همچنین از زمان محاسبات CPU در مقایسه با زمان دسترسی به حافظه off-chip DRAM صرف نظر کنید. (۳ نمره)

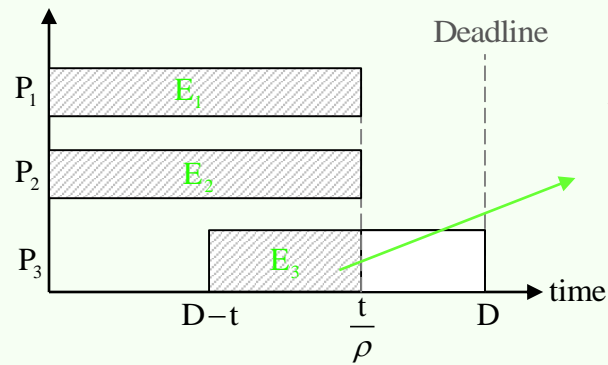
پاسخ:

$$\frac{t_{\text{ex-right}}}{t_{\text{ex-left}}} = \frac{(200-54+1) \times 2 \times t_{\text{DRAM}}}{(80-54+1) \times 2 \times t_{\text{DRAM}}} = \frac{147}{27} = 5.44$$

4 در یک سیستم نهفته بی‌درنگ از نوع پریودیك، پریود برابر با ضرب‌الاجل و برابر 10^{ms} و زمان اجرای وظیفه به طور ثابت برابر با 7^{ms} است. با فرض استفاده از روش OTMR در این سیستم و با فرض نسبت خطی میان فرکانس و ولتاژ کاری پردازنده و با فرض اینکه توان مصرفی متناسب با توان سه ولتاژ باشد، ولتاژ نرمال شده بهینه که باید به دو واحد اول از OTMR اعمال شود چقدر است؟ (۴/۵ نمره)

پاسخ:

با توجه به اینکه احتمال رخ دادن fault بسیار کم می‌باشد، محاسبات را با فرض fault-free بودن سیستم انجام می‌دهیم:



چون شرط $t=10^{ms} > D-t=3^{ms}$ برقرار است پس قسمتی از اجرا روی پردازنده سوم با اجرا روی دو پردازنده اول Overlap خواهد بود.

توان مصرفی: $P=k\rho^3$

انرژی مصرفی P_1 و P_2 : $E_1=E_2=k\rho^3 \times \frac{t}{\rho} = kt\rho^2$

انرژی مصرفی P_3 (بخش Overlap): $E_3 = [\frac{t}{\rho} - (D-t)] \times k$ ($\rho^3=1$ یعنی می گیرد)

انرژی کل سیستم: $E = 2E_1 + E_3 = 2kt\rho^2 + \frac{kt}{\rho} - k(D-t)$ (با شرط $\frac{t}{\rho} \geq D-t$)

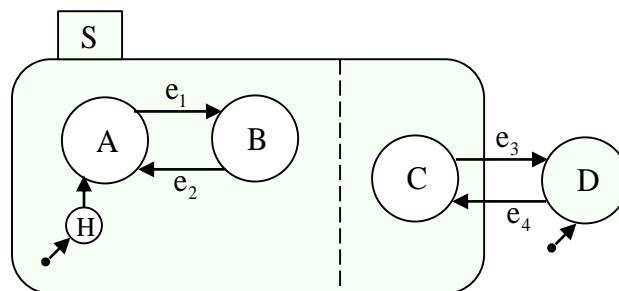
نقاط مرزی $\begin{cases} 0 \leq \rho \leq 1 \Rightarrow \begin{cases} \rho=0 \rightarrow \text{not meet deadline} \\ \rho=1 \rightarrow \text{max point} \end{cases} \\ \frac{t}{\rho} \leq D \Rightarrow \rho \geq \frac{t}{D} = \frac{7}{10} \end{cases}$

$$\frac{\partial E}{\partial \rho} = 0 \Rightarrow 4k\rho t - \frac{kt}{\rho^2} = 0 \Rightarrow 4\rho^3 = 1 \Rightarrow \rho = \sqrt[3]{\frac{1}{4}} \approx 0.63$$

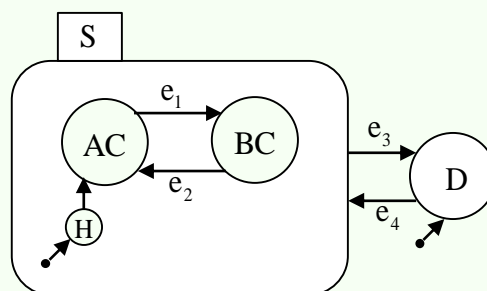
چون نقطه $\rho=0.63$ شرط $\rho \geq \frac{t}{D} = \frac{7}{10}$ را ارضا نمی کند، بنابراین نقطه بهینه همان $\rho_{\text{Optimum}} = 0.7$ خواهد بود.

5 StateCharts معادل با نمودار زیر را ترسیم کنیم که اولاً AND Superstate نداشته باشد و ثانیاً داخل هر Superstate از دید بیرون

آن کاملاً پنهان باشد. (۴/۵ نمره)



پاسخ:



موفق باشید